



## LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD

### *VI. Ennoblecimiento textil*

Fidel Eduardo  
Lockuán Lavado



# LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD

Ennoblecimiento textil

por

Fidel Eduardo Lockuán Lavado

Versión 0.1 (octubre de 2012)



La industria textil y su control de calidad por Fidel Lockuán Lavado se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported. Basada en una obra en <http://fidel-lockuan.webs.com>.

### ¿Qué significa esta licencia Creative Commons?

Significa que eres libre de:

- copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



**Reconocimiento.** *Debes reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador.*



**No comercial.** *No puedes utilizar esta obra para fines comerciales.*



**Compartir bajo la misma licencia.** *Si alteras o transformas esta obra, o generas una obra derivada, sólo puedes distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.*

- Al reutilizar o distribuir la obra, tienes que dejar bien claro los términos de licencia de esta obra.
- alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.

**Los derechos derivados de usos legítimos u otras limitaciones reconocidas por ley no se ven afectados por lo anterior.**

#### **Nota del autor:**

*Si vas a imprimir esta obra, no te olvides de esta hoja, pues es la que permite que más gente pueda darle uso.*

# INTRODUCCIÓN

No son los políticos los que pueden resolver los problemas, ellos no tienen capacidad técnica... incluso si fueran sinceros. Son los técnicos, que producen las plantas de desalinización, son los técnicos los que te dan electricidad, te dan vehículos a motor, que dan calefacción a tu hogar y lo refrescan en verano. Es la tecnología la que resuelve los problemas, no la política.

Jacque Fresco

Esta serie de siete libros es el compendio de tomar notas durante tres años como estudiante, catorce como trabajador de fábrica y cuatro como técnico docente. En este lapso de tiempo noté la conveniencia de que todos los estudiantes (y los que ya no lo eran) pudieran tener la misma información textil básica, pero mucha de ésta se encontraba dispersa en múltiples documentos y en algunos casos, en inglés, restringiendo el acceso a su valioso contenido.

Los conceptos y principios generales casi siempre son los mismos, así que no los estoy descubriendo, solo ayudo en darlos a conocer, porque si el conocimiento no se comparte, entonces se pierde.

Quiero que esta obra sea de distribución gratuita y libre, con licencia *copyleft*. Te cedo el derecho de reproducirla y copiarla, con la única prohibición de darle un uso comercial (no la vendas), pues el afán lucrativo siempre ha impedido el verdadero *desarrollo*.

Por último, pido disculpas por el contenido incompleto, errores y omisiones.

El autor

## Índice

INTRODUCCIÓN .....	3
CONCEPTO .....	3
CLASIFICACIÓN .....	3
ACABADOS FÍSICOS .....	5
ACABADOS FÍSICOS EN SECO .....	5
CALANDRADO .....	5
GOFRADO .....	7
ESMERILADO (lijado o arenado) .....	7
CEPILLADO .....	8
PERCHADO .....	10
TUNDIDO .....	12
ENDEREZADO DE TRAMA .....	15
ACABADOS FÍSICOS EN HÚMEDO .....	15
CALANDRADO EN HÚMEDO .....	15
SANFORIZADO .....	15
COMPACTADO .....	18
BATANADO .....	20
DECATIZADO .....	21
VAPORIZADO .....	22
ACABADOS QUÍMICOS .....	23
APLICACIÓN DE LOS ACABADOS QUÍMICOS .....	23
Foulardado .....	23
Pulverización (spray) .....	24
Agotamiento .....	24
Recubrimiento .....	25
Aplicación controlada de pequeñas cantidades de baño .....	26
TIPOS DE ACABADOS QUÍMICOS .....	30
SUAVIZADO .....	30
ANTIARRUGAS (Lavar y usar – Planchado permanente) .....	31
ANTIMICROBIANOS .....	35
FUNGICIDAS .....	36
DE PRESERVACIÓN (ANTISÉPTICOS) .....	37
TRATAMIENTOS ENZIMÁTICOS .....	37
TRANSPORTE DE LA HUMEDAD ( <i>Wicking</i> ) .....	38
REPELENCIA AL AGUA (ACABADO HIDRÓFUGO) .....	39
REPELENCIA Y/O LIBERACIÓN DE MANCHAS .....	40
ANTI INFLAMABILIDAD .....	42
PROTECCIÓN ULTRAVIOLETA .....	43
HUMECTABILIDAD (ACABADOS HIGROSCÓPICOS) .....	44
IMPERMEABILIDAD .....	44

LIBERACIÓN DE AROMAS Y ABSORCIÓN DE OLORES .....	44
FACILIDAD DE COSTURA.....	45
RAMA .....	45
Procesos .....	46
INFLUENCIA DE LOS ACABADOS QUÍMICOS .....	47
RESISTENCIA DE TEJIDOS.....	49
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN .....	50
Método de agarre.....	50
Método de la tira .....	51
NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS.....	54
RESISTENCIA AL ESTALLIDO.....	54
NORMA TÉCNICA RELACIONADA.....	56
RESISTENCIA A LA PERFORACIÓN .....	57
RESISTENCIA AL DESGARRE .....	57
Método de la lengüeta (desgarre simple) .....	58
Método del trapecio.....	58
Método Elmendorf.....	59
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN.....	61
Método Martindale .....	61
Método del cilindro oscilante.....	62
Método del diafragma hinchado.....	62
Método de la flexión y la abrasión.....	63
Metodo de la plataforma rotatoria de doble cabeza .....	64
Método de la abrasión uniforme.....	64
EL PILLING.....	65
FACTORES QUE INCIDEN EN EL GRADO DE PILLING .....	67
NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS.....	68
CAMBIO DIMENSIONAL DE TEJIDOS.....	68
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE LOS TEJIDOS .....	69
CONSIDERACIONES SOBRE EL ENCOGIMIENTO .....	70
EL ESTADO DE REFERENCIA (ER) .....	73
ENSAYO PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL.....	76
EL REVIRADO .....	77
FACTORES QUE INFLUYEN EN EL REVIRADO .....	78
ENSAYO PARA DETERMINAR EL REVIRADO:.....	80
BIBLIOGRAFÍA .....	82

## INTRODUCCIÓN

La estructura química de las fibras naturales, artificiales o sintéticas, determina algunas de las propiedades que están naturalmente presentes también en los productos terminados. Algunas fibras (como el lino, cáñamo, seda, nylon, poliéster) son más resistentes que otras (lana, viscosa, acrílico), de acuerdo a una distribución más o menos controlada de macromoléculas en la masa de polímero, la rigidez de la estructura y de la interacción molecular entre las cadenas. Otras fibras tienden a deformarse cuando se estiran (algodón, viscosa), y otras recuperan su forma original después de ser deformadas (lana); algunas arden fácilmente (celulósicas), otras se queman lentamente y se auto extinguen (lana, seda) y otras se queman y funden (fibras sintéticas).

Las características mencionadas y muchas otras forman propiedades positivas y negativas de un material textil deben ser consideradas de acuerdo a su uso final. La aplicación última del producto será considerada desde algunos puntos de vista como: uso, tacto, resistencia mecánica, capacidad de humectación, lavabilidad, deformabilidad, retardación al fuego y muchos otros.

## CONCEPTO

La frase *ennoblecimiento textil* define una serie de operaciones llevadas a cabo en las telas ya blanqueadas, teñidas o estampadas para mejorar aún más sus propiedades y – posiblemente – añadir algunas nuevas; en suma, es ennoblecer al tejido optimizando alguna de sus características.<sup>1</sup>

Los parámetros que influyen en la elección del proceso de acabado más adecuado son *la naturaleza de la fibra o tela y la aplicación final del tejido*.

## CLASIFICACIÓN

Las operaciones de acabado son diversas, pero podemos ensayar clasificarlas bajo tres criterios según:

- El tipo de tejido
- El tipo de proceso
- Las características adquiridas

### A. Según el tipo de tejido

Se subdivide en:

- **Acabados de tejidos de calada.** Por su estructura dimensional más estable, estas telas pueden soportar mejor las tensiones (longitudinales y transversales) durante el proceso. También siempre se presentan abiertas a todo lo ancho.
- **Acabados de géneros de punto.** Dentro de este tipo se diferencian los procesos realizados en géneros *tubulares*, y de forma *abierta*. Para los primeros, en algunos casos, hay procesos que no se aplican – rameado, perchado, lijado, etcétera – y en otros, la maquinaria empleada se diseña con doble campo de acción para cada una de las caras del tejido, como es el caso del compactado.

Asimismo, es necesario añadir que los procesos también se diferencian **según la fibra tratada**: el algodón se acaba diferente a las fibras sintéticas, lo mismo diremos para la lana.

---

<sup>1</sup> También se realiza el ennoblecimiento sobre prendas confeccionadas (acabados *garment wash*, *stone wash*, focalizados, etc) y forman parte de la **Lavandería**, área que no incluimos en esta colección.

Cada materia textil tiene un proceso de ennoblecimiento diferenciado, como ya se indicó anteriormente. Daré tres ejemplos: el *bio polishing* se aplica a telas de algodón, mientras el *wicking* se realiza sobre tejidos elaborados con fibras de poliéster o nylon, y el decatizado es apto sólo para la lana.

### **B. Según el tipo de proceso**

El acabado puede realizarse de las siguientes maneras:

- Con **medios mecánicos** que implique la aplicación de principios físicos como fricción, temperatura, presión, tensión y muchos otros (*tratamientos mecánicos*). Se subdividen en procesos *en seco* y *en húmedo*.
- Con **la aplicación de sustancias** que provienen de la síntesis de productos químicos o naturales, que se unen a las fibras de manera más o menos permanente (*tratamientos químicos*).
- Mediante la **combinación de las dos anteriores**.

### **C. Según las características adquiridas**

Esta clasificación permite que los procesos de acabado presenten más de una característica ennoblecida, aun así tratamos de diferenciarlos en:

- Acabados para **propiedades sensoriales**. Son las percibidas por los sentidos, como el *tacto* (esmerilado, siliconado), *sensación térmica* (perchado, batanado) o la *apariencia* (antiarrugas, *bio polishing*, enderezado de trama, gofrado).
- Acabados para **propiedades funcionales**. Referidas a características que garantizan un comportamiento óptimo tanto durante su confección como en la vida del textil. Dentro de éstas contamos a las inencogibles, repelentes al agua y/o aceite, protección UV, antimicrobianas, entre otras.

## ACABADOS FÍSICOS

Los procesos mecánicos de acabado hacen referencia a aquellas operaciones generalmente llevadas a cabo sobre tejidos secos, con o sin aplicación de calor, que dan al tejido una buena estabilidad dimensional (encogimiento y retención de forma) y modifican su "mano" mediante la alteración de su estructura, al menos la superficial.

Se agrupan en dos tipos:

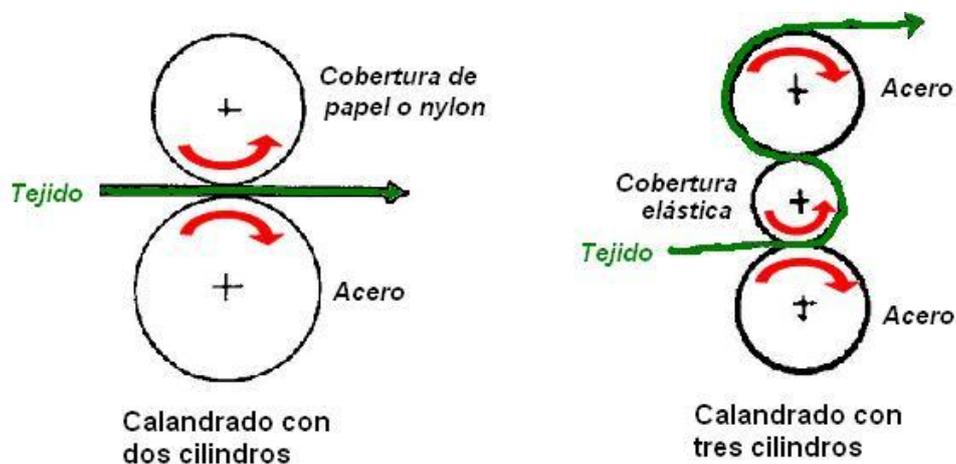
### ACABADOS FÍSICOS EN SECO

#### CALANDRADO

Por medio de la fricción, presión y calor se puede obtener un aspecto liso, brillante, denso y compacto, similar a la apariencia brillante que se observa en las prendas cuando se las plancha sin vapor. Esto se debe a que gracias a este proceso, las fibras que sobresalen de la superficie del tejido – y que son las causantes de la opacidad – son plegadas para obtener mayor lisura en la cara del tejido, aumentando su reflectancia.



Efecto del calandrado sobre un tejido de calada



El calandrado se realiza sobre tejidos abiertos a lo ancho. Es un tratamiento temporal, ya que las telas pierden el brillo característico luego de ser lavadas.

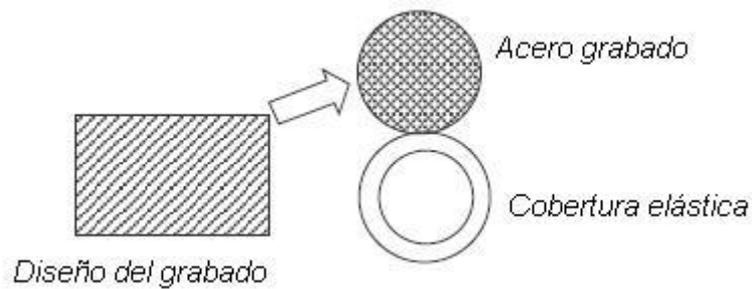
#### Tipos de calandrado

*Chintz*. Donde la superficie de los cilindros es completamente lisa, provee un buen lustre.

*Moiré*. Se pasan dos tejidos superpuestos en la calandra, el aspecto final es una ligera impresión sobre la superficie de ambos materiales.

*Schreiner*. Este es un acabado similar a la seda en un lado de la tela. Es producido por estampado en relieve de la superficie de la tela con una serie de líneas finas en la superficie del cilindro metálico. Estas líneas generalmente tienen un ángulo de unos 30° respecto a los hilos de urdimbre. El efecto

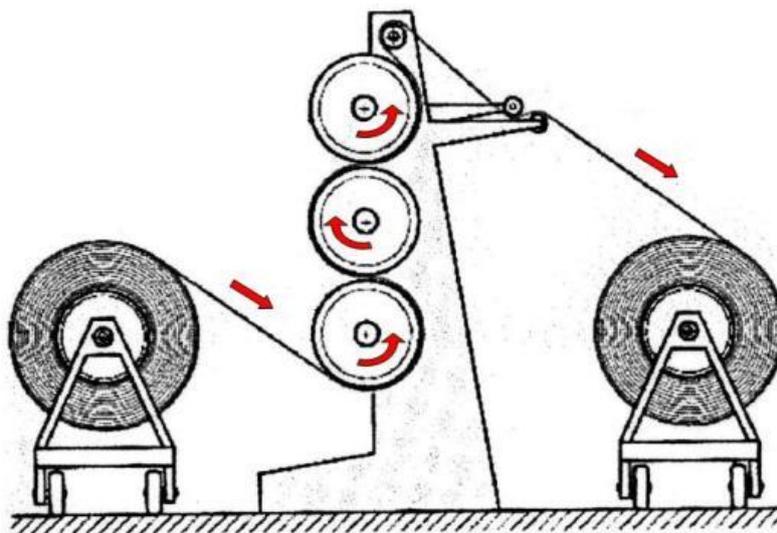
puede hacerse permanente mediante el uso de tejido termoplástico o, en el caso del algodón, por el empleo de resinas. Este acabado es muy usado en las cortinas debido al aspecto de imitación seda que proporciona al producto.



*Principio del calandrado Schreiner*

Las variables a controlarse durante el proceso son:

- velocidad de los cilindros
- presión de los mismos y
- temperatura del cilindro metálico (cabe anotar que el calandrado puede efectuarse en frío o en caliente).



## GOFRADO

Se realiza en una calandra de dos cilindros (superior metálico e inferior con recubrimiento elástico), donde el cilindro metálico es grabado con un diseño que luego se transfiere a la tela. El efecto puede hacerse permanente mediante el uso de fibras termoplásticas o en el caso de materiales celulósicos, mediante el uso de una resina de reticulación.



*Dos sustratos textiles con gofrado: no tejido (izquierda) y tejido de calada (derecha)*

## ESMERILADO (lijado o arenado)

Gracias a este proceso, el tejido tiene un tacto mucho más suave y un efecto de aislamiento mejorado debido a que los extremos de las fibras son llevados a la superficie de la tela, dándole un aspecto y textura similar a la piel de un durazno.

La máquina esmeriladora contiene varios rodillos (5 o 6) recubiertos de un material abrasivo, como papel esmeril, que están dispuestos ya sea de manera horizontal o vertical. Los primeros en entrar en contacto con la tela tienen un recubrimiento de *grano* grueso, mientras los rodillos finales presentan una lija más menuda y fina. De acuerdo al tacto requerido, el tejido puede pasar dos o más veces por la máquina, siempre de forma abierta.

No existen esmeriladoras para géneros tubulares, pues se generaría una línea notoria al centro del tejido cuando éste se abra para llevarlo a *Corte*.<sup>2</sup>

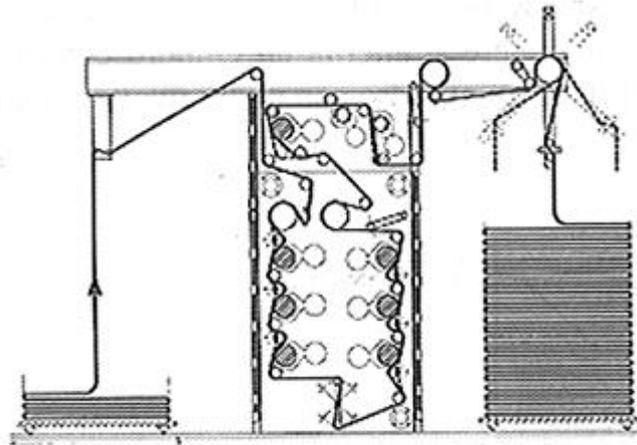
Es una operación que involucra un desgaste superficial del tejido, por ello, la fortaleza del mismo se ve disminuida sensiblemente; por este motivo es usual llevar un control de la resistencia cada cierto metraje, para compararlo respecto a la resistencia del tejido sin esmerilar. El valor debe incluirse dentro de ciertos límites prefijados.

Las variables a controlarse durante el proceso son:

- Número de rodillos empleados
- Grano de los rodillos
- Distancia entre el tejido y cada rodillo (tensión de la tela)
- Velocidad de trabajo
- Resistencia del tejido
- Tacto del tejido

---

<sup>2</sup> Es importante mencionar que existen esmeriladoras para hilos, éstas se emplean cuando se desea elaborar géneros tubulares *body size*.



Máquina esmeriladora de 6 rodillos



Esmeriladoras o lijadoras

## CEPILLADO

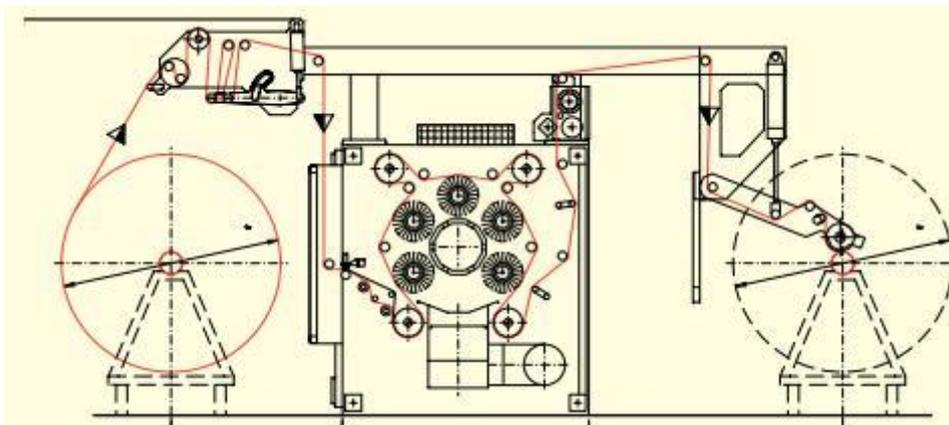
En muchas ocasiones es necesario cepillar los tejidos ya sea para limpiarlos de impurezas, ya sea para levantar o acostar el pelo de los tejidos perchados, y otras veces para realizar un esmerilado ligero.<sup>3</sup>

Fundamentalmente las máquinas cepilladoras están constituidas por cepillos cilíndricos que giran en contacto con el tejido a medida que éste va pasando frente a ellos. Los cepillos utilizados contienen cerdas de longitud y grosor variable, insertas sobre superficies planas o cilíndricas dejando espacios intermedios entre sí para facilitar la flexibilidad de las cerdas y la acción de éstas sobre el tejido.

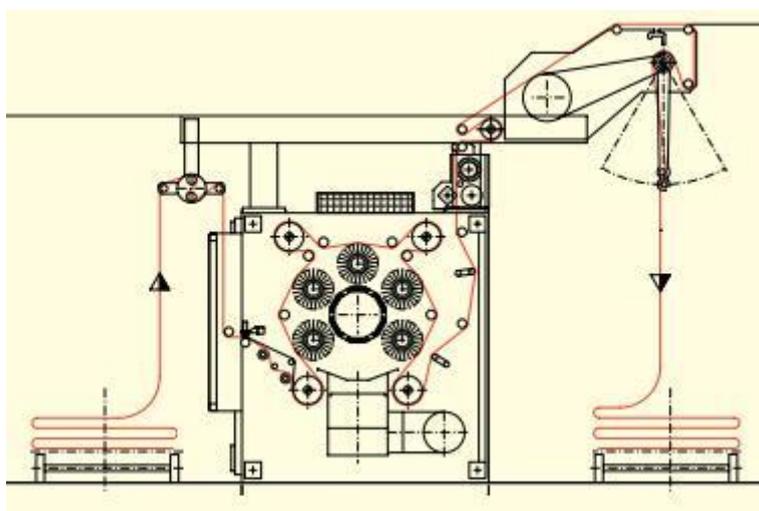
Son máquinas muy parecidas a las esmeriladoras, donde los cilindros recubiertos de esmeril se sustituyen por cilindros recubiertos del pelo de cepillado.

La tela cepillada presenta una mejor resistencia a la rotura, debido a la menor agresión mecánica sufrida, además presenta menor pilosidad y se puede trabajar con tejidos licrados.

<sup>3</sup> En el acabado del corduroy, también hay máquinas cuya función es levantar las pasadas cortadas y desfibrarlas mediante sucesivos pases hasta formar el cordón característico, reciben el nombre de *cepilladoras transversales*.



*Cepilladora para tejidos de calada*



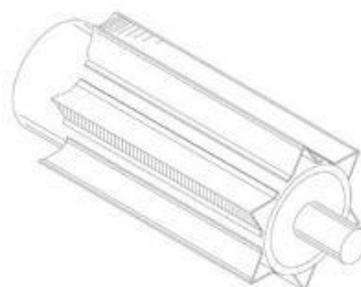
*Cepilladora para géneros de punto*



**Cepillo circular**



**Cepillo circular con efecto de batido**



**Batidor circular**



Detalle de los cepillos en la máquina

## PERCHADO

Mediante esta operación, los extremos de las fibras son llevados a la superficie de la tela, formando una capa más o menos densa y larga sobre ella, impartiendo un efecto aislante y aumentando la cobertura, como consecuencia de ello, se crea la sensación de que la tela *abriga más*. Las franelas – ya sea de tejido de calada o de género de punto abierto – pasan por este proceso.

El perchado tiene como objetivos:

- Incrementar la capacidad aislante del tejido.
- Disimular y difuminar el ligamento.
- Efectuar un efecto de mezcla superficial del colorido de las fibras.
- Incrementar la suavidad.
- Si aparecen como procesos posteriores, facilitar el batanado y la tintura.

La perchadora contiene cilindros recubiertos agujas metálicas con ganchos<sup>4</sup> (guarniciones similares a las de la carda, de hilandería) que corren en diferentes direcciones sobre el tejido. Puede presentar uno o dos tambores.

El número de pases del tejido por la máquina varía según la intensidad deseada del efecto, aunque se debe tener en cuenta que la resistencia de la tela disminuye con cada pase, así como también el peso por área (gramaje).

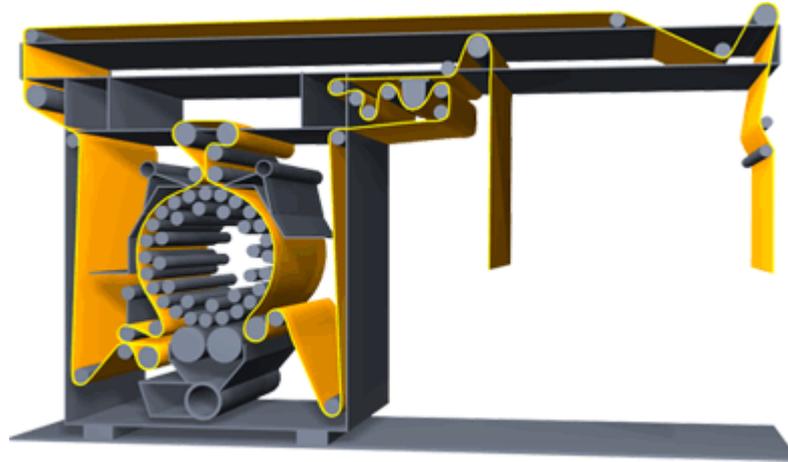
Las variables a controlarse durante el proceso son:

- Velocidad de trabajo
- Distancia entre el tejido y cada cilindro (tensión de la tela)
- Resistencia del tejido
- Tacto del tejido

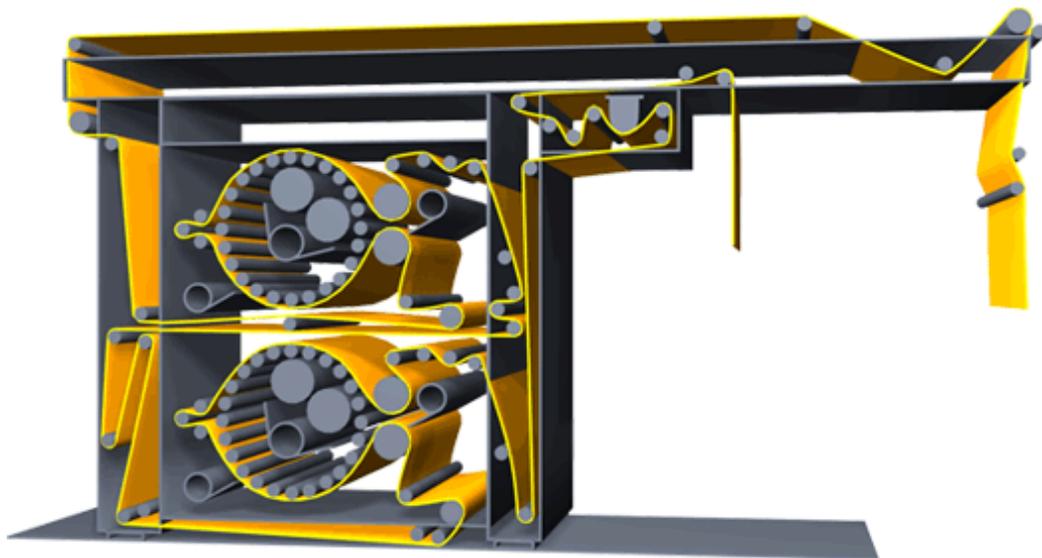
---

<sup>4</sup> En el acabado de artículos de lana, alpaca y vicuña, las guarniciones de la perchadora son reemplazadas por cardos vegetales, que ejecutan una acción menos agresiva sobre ellos, puesto que los cardos se rompen antes de dañar estas delicadas telas.

- Peso por área del tejido
- Variación del tono<sup>5</sup>.



*Perchadora de un tambor*



*Perchadora de doble tambor*

---

<sup>5</sup> La experiencia indica que un tejido luego de ser perchado, revela un ligero cambio hacia el espectro rojo del color.



*Pase del tejido por la perchadora*

## TUNDIDO

Esta operación consiste en rasurar el tejido para lograr una apariencia uniforme de su superficie.

Hay tres tipos de tundido según los resultados que queramos obtener:

- **Tundido arrasado:** Es un corte a fondo, donde se cortan todas las fibras que sobresalen de la superficie debido a operaciones anteriores, pudiéndose apreciar así el ligamento. La apariencia alcanzada es más duradera que la del calandrado (pues la pilosidad indeseada no se plancha, sino se elimina cortándola) y se puede realizar en artículos donde el gaseado o chamuscado es imposible, como en tejidos con presencia de fibras sintéticas, por ejemplo.
- **Tundido no arrasado:** Es un corte para igualar la altura del pelo. Normalmente se realiza después del perchado, ya que el tejido sale con el pelo desalineado. También se realiza para cortar al hilo que forma el bucle de algunos tejidos de rizo, ya sea de calada (terciopelo, toallas) o de punto (*plush* o imitación de piel de carnero).
- **Tundido con diseño.** Si se trabaja con un cilindro cortador que tiene un patrón de diseño, sólo las partes de la tela que se corresponden con el patrón son cortadas. Se obtiene entonces un efecto muy agradable, con un diseño en alto relieve (escultura).

Estos procesos se realizan en la misma máquina, llamada *tundidora* o *tundosa*, donde el tejido fluye siempre abierto.

El corte de las fibras se realiza con la cuchilla fija y la cuchilla helicoidal, que actúan conjuntamente a modo de tijera.

Los elementos esenciales de una tundidora son:

- **Mesa**

El tejido (A) se coloca sobre ésta y pasa con tensión para entrar en contacto con la unidad de corte.

Tiene un desplazamiento vertical ascendente y descendente, y el punto donde queda fijado se denomina posición de corte.

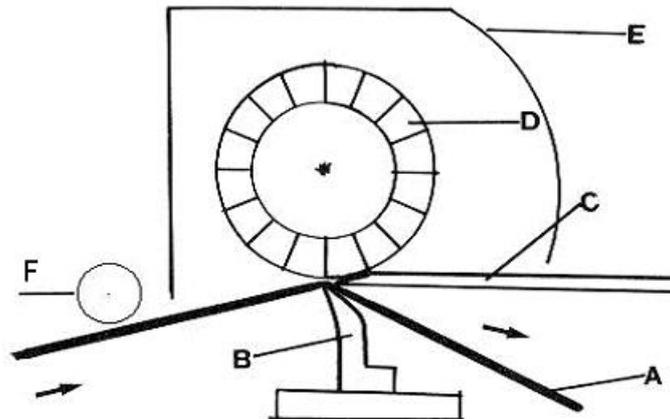
El ángulo que forma la mesa (B) dependerá del tipo de artículo que vayamos a trabajar.

- **Cuchilla fija**

Es una cuchilla (C) que va fijada a un soporte, siendo una lámina de acero afilada. Tiene que estar siempre bien equilibrada con respecto al cilindro cortador, y de esto depende que se realice un buen trabajo; puede llevar acoplado un dispositivo auxiliar que efectúe el afilado de la misma. Junto con la cuchilla helicoidal forma la *unidad de corte*.

- **Cuchilla helicoidal (rodillo de corte)**

Es un cilindro (D) que gira entre 800 y 1200 rpm, y lleva montadas unas cuchillas, que varían en número (usualmente entre 10 a 24) y forma dependiendo del modelo. Debe su nombre a que las cuchillas están dispuestas a manera de hélices.

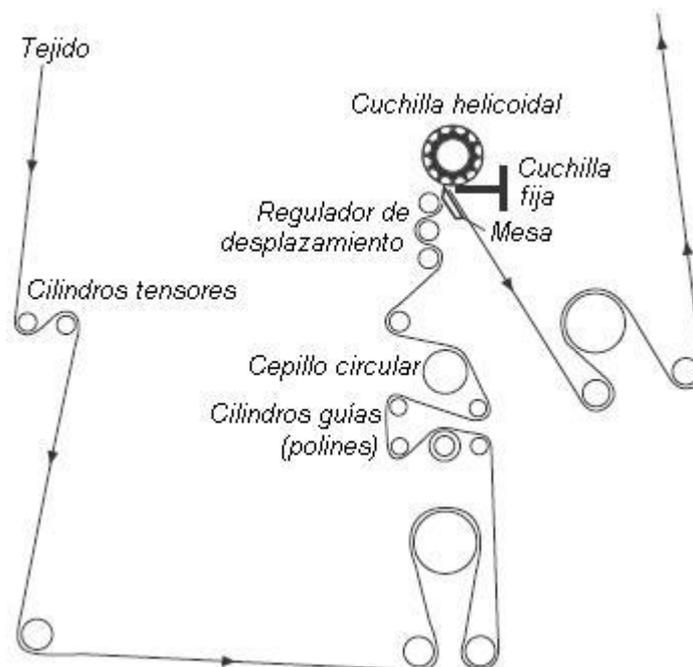


El punto donde la cuchilla fija y la cuchilla helicoidal se encuentran se llama punto de corte

La distancia entre el punto de corte y la posición de corte se denomina altura de corte, y es la altura que tendrá el conjunto tela-pilosidad después del corte.

Entonces se considera también el grosor de la tela cuando se calcula la altura deseada de la pilosidad.

Las fibras cortadas se eliminan mediante un sistema de aspiración, compuesto de una caja de succión, colocado en la parte posterior del rodillo de corte.



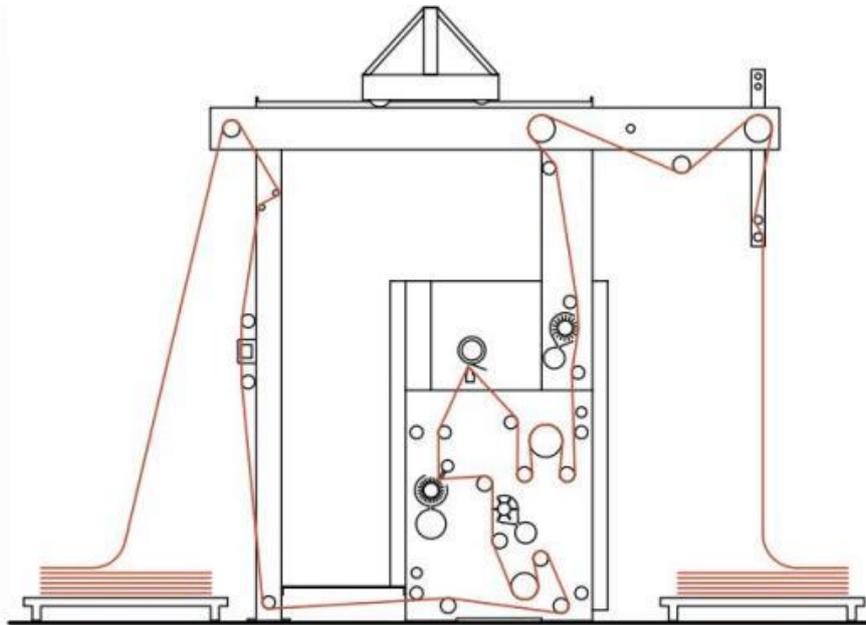
Un elemento clave para el buen funcionamiento y el resultado óptimo del tundido está dado por la posición de cada uno de estos componentes entre sí:

- La cuchilla helicoidal con la cuchilla fija,
- La unidad de corte con la mesa.

Como dije anteriormente, la unidad de corte es como una tijera, con el fin de tener un buen corte, para una tijera es suficiente que las dos cuchillas estén bien afiladas y presionadas una con otra. Para la unidad de corte esto es más complicado: hay una eficiencia de corte muy superior y se debe asegurar de que las dos cuchillas estén en contacto constante en toda su anchura. Esto quiere decir que el punto clave para un tundido eficiente es el contacto perfecto entre la cuchilla helicoidal y la cuchilla fija.

Como el proceso de corte tiende a desgastar estos dos elementos, la calidad del tundido disminuirá luego de algún tiempo, en este caso, hay dos cosas por hacer:

- Ajustar la unidad de corte
- Realizar el afilado de las cuchillas.

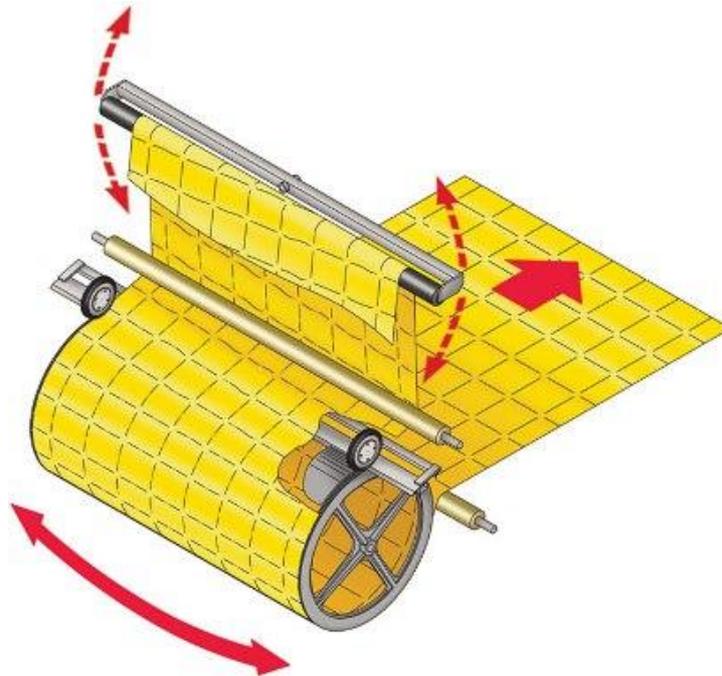


*Vista esquemática de la tundidora*



## ENDEREZADO DE TRAMA

En los tejidos de calada ocurre algunas veces que se observa una desviación del ángulo recto de la trama respecto de la urdimbre, debido a excesivas tensiones durante los procesos previos. Si la oblicuidad es muy notoria, se desmerece el aspecto del tejido, por ello, es necesario el rectificad de la trama, para ello se pasa la tela por una máquina que compensa las tensiones mediante un proceso mecánico.



*Principio de funcionamiento de una enderezadora de trama*

## ACABADOS FÍSICOS EN HÚMEDO

Tienen como característica la presencia de agua – ya sea líquida o en vapor – durante el pase del material, pues como es sabido, es un elemento que acelera el arreglo de las fibras. Esto se pone de manifiesto en las planchas domésticas, por ejemplo: usando una plancha de vapor se obtiene un planchado más eficiente que cuando utilizamos una plancha seca.

## CALANDRADO EN HÚMEDO

Es similar al calandrado en seco, la única diferencia es el empleo de vapor. El tejido obtiene un efecto de planchado.

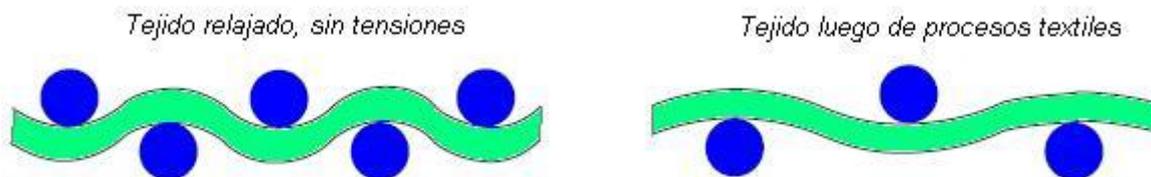
## SANFORIZADO

Este proceso realiza un *encogimiento compresivo* en el tejido, obteniendo éste una óptima estabilidad dimensional por la aplicación de fuerzas mecánicas y vapor de agua. Asimismo, la tela pierde dimensiones pero gana resistencia. Se emplea para tejidos de calada de algodón. Fue patentado por Sanford Lockwood Cluett en 1930.

### Introducción

El encogimiento en las prendas luego del lavado es un fenómeno bien conocido, es causado en parte por los esfuerzos sometidos durante el procesamiento de la tela. Éstos son introducidos en el tejido

por la tensión del hilo y también por la tensión necesaria para la producción satisfactoria de la tela. Las tensiones de procesamiento se presentan durante el blanqueo, teñido y acabado cuando el tejido es jalado en la dirección de la urdimbre. Esto tiende a eliminar la ondulación de la urdimbre, como se ilustra en la siguiente figura.



*Debido a las tensiones longitudinales que sufre el tejido durante su proceso, la urdimbre (d color verde) poco a poco va perdiendo su ondulación natural, pero acumula encogimiento potencial.*

### Principio

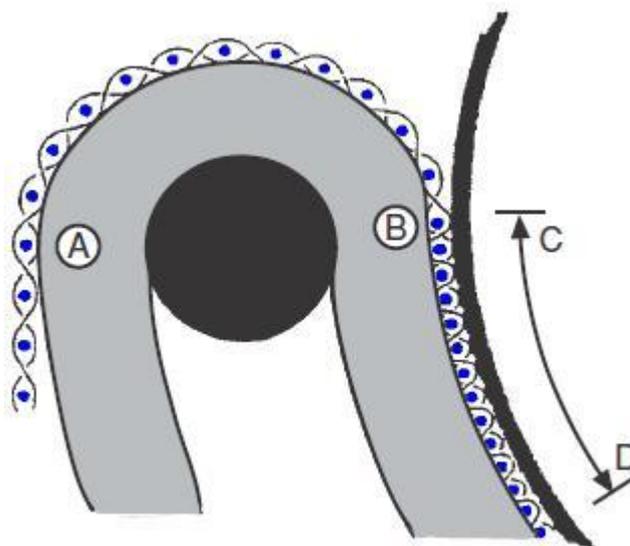
Con el fin de recuperar la ondulación de la urdimbre y de este modo minimizar su encogimiento potencial, un proceso conocido como encogimiento compresivo se lleva a cabo en el tejido. Esto puede ser ilustra de la siguiente manera. Una tira de tela se coloca sobre una superficie convexa de goma y sujeta en cada extremo de la misma. A medida que la superficie se endereza, la longitud del tejido excede a la de la goma tal como se ilustra en la figura más abajo. Sin embargo, si la tela se adhiriese a la superficie de goma, sería sometida a compresión, también se encogería y la ondulación de urdimbre se presentaría.

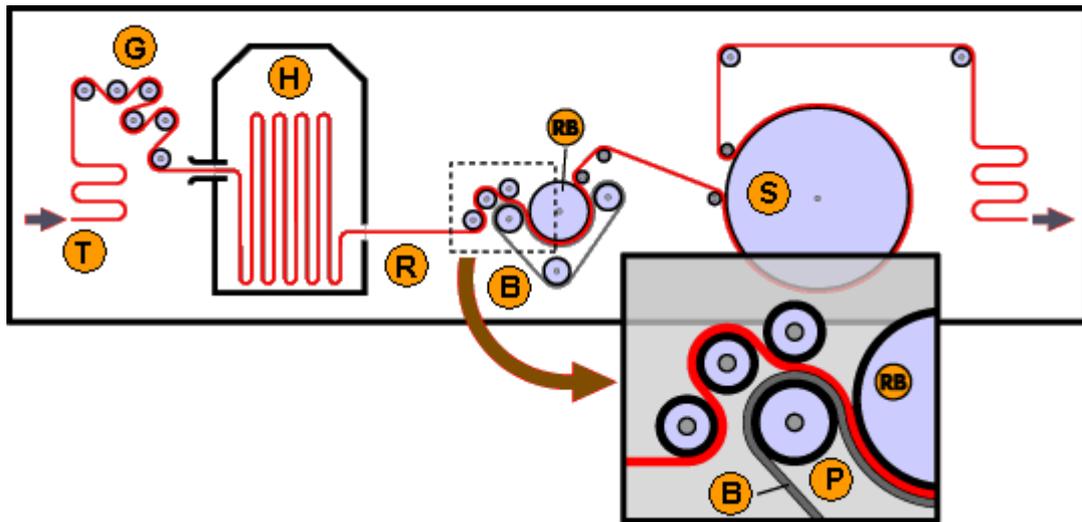


### Descripción del encogimiento compresivo

Este principio se aplica entonces a la máquina de compresión reduciendo, donde la tela se alimenta en estado plástico (gracias a un pase previo por un atomizador de agua) sobre una banda de goma en el punto A como se muestra en la figura.

Mientras la banda está en la posición convexa de A hacia B, la tela sólo se encuentra sobre su superficie. Pero en B la banda empieza a sujetarla contra un gran cilindro calentado y por lo tanto cambia de una forma convexa a una forma cóncava. Así, la superficie de la banda de goma se contrae y la tela, que se mantiene sujeta a la superficie del caucho, también se contrae en el sentido de la urdimbre sobre la región C a D. El grado de encogimiento que tiene lugar es controlado por la cantidad de tela alimentada sobre la banda de goma y la presión entre el cilindro metálico calentado y la banda, lo que aumenta o disminuye la forma cóncava de la banda de caucho.



**Flujo del material por la sanforizadora**

El tejido (T) pasa a través del dispositivo humidificador (H) y es humedecido con agua y/o vapor. Esto lubricará las fibras y promoverá la contracción de la tela. Normalmente, una tela debe ser humedecida de tal manera que cada hilo individual alcance un contenido de humedad de aproximadamente 15%; esto facilita la compresión de la tela.

Cuando el tejido pasa a través de un extensor tipo rameta (R), se obtiene la anchura deseada. El extensor también transporta la tela a la parte más importante de la máquina: la banda de goma. En el primer plano de la figura mostrada arriba, vemos la banda de goma sin fin (B). Al apretar la banda de goma (B) entre el rodillo de presión (P) y el rodillo de la banda de goma (RB), se obtiene un estiramiento de la superficie de la banda de goma. Cuanto más apriete la banda de goma, más la superficie se estira. Este punto de compresión se conoce como zona de presión, o punto de sujeción.

La tela (T) se alimenta en la zona de presión, al salir de ésta, la banda de goma se recupera y la superficie vuelve a su longitud original arrastrando al tejido con ella. El efecto de esta acción es un encogimiento de la urdimbre, juntando más a los hilos de trama. En este momento, la contracción a lo largo se produce.

Después de la compresión dentro de la banda de goma, el tejido entra en el secador (S). Aquí, las fibras son bloqueadas en su estado contraído mediante la eliminación de la humedad de la tela.

Después de que el proceso de encogimiento compresivo se ha completado, una muestra de la tela se toma para realizar el ensayo de estabilidad dimensional.



## COMPACTADO

La estabilidad dimensional o compactación del tejido de punto 100% algodón ha sido siempre un problema grave y difícil de solucionar. En los procesos húmedos como tinte, el tejido de punto sufre un alargamiento, ya que para el transporte dentro de las máquinas se necesita tensión. Estas tensiones aplicadas al tejido de punto no se consiguen compensar en los procesos posteriores convencionales como el secado y calandrado.

Durante el lavado doméstico la prenda confeccionada se relaja, eliminando así las tensiones introducidas y se verifica como consecuencia el encogimiento. Basados en los conocimientos existentes en el pre encogimiento de tejidos planos por compactación comprensiva, se ha desarrollado sistemas de compactación para los géneros de punto.

Podemos lograr buenos niveles de compactación mediante fenómenos químicos en el algodón, éstos ocurren en la zona intermicelar. Puentes de hidrógeno mantienen en orientación las zonas cristalinas de la celulosa, siempre y cuando se mantenga la fibra seca. Al introducir agua los puentes de hidrógeno son destruidos y se reconstruyen al eliminar el agua, exactamente esto es lo que ocurre durante el proceso de compactación: el algodón es relajado, sufre una compactación y es reorientado siendo secado.

La máquina compactadora realiza al género de punto lo que una sanforizadora hace al tejido de calada: pre encogimiento y estabilización dimensional. La diferencia se encuentra en el hecho de que el encogimiento no es dado por la banda de goma, sino por un fieltro.

Ocurre un fenómeno mecánico durante el proceso de compactación, donde el fieltro al pasar bajo tensión por el cilindro de conducción sufre una contracción de su superficie. En este estado contraído se deposita el tejido de punto, que bajo presión es compactado al volver la superficie del fieltro a su estado normal.

En cuanto a la maquinaria, podemos encontrar dos tipos: para tela abierta y para géneros tubulares. Ambos tienen como principal función dar un encogimiento en el sentido longitudinal y fijarlo, evitando que el género sufra alteración dimensional (encogimiento), mejorando también el tacto del tejido.

### COMPACTADORA PARA TELA ABIERTA

El tejido se extiende sobre un fieltro grueso, pasa alrededor de un rodillo de pequeño diámetro y es sostenido por una banda de teflón.

La tela pasa entre la banda y un rodillo que trabajaban en direcciones opuestas. El roce de la correa del fieltro y la deformación combinada con la función de retardo de la banda de teflón produce el efecto deseado de compactación.

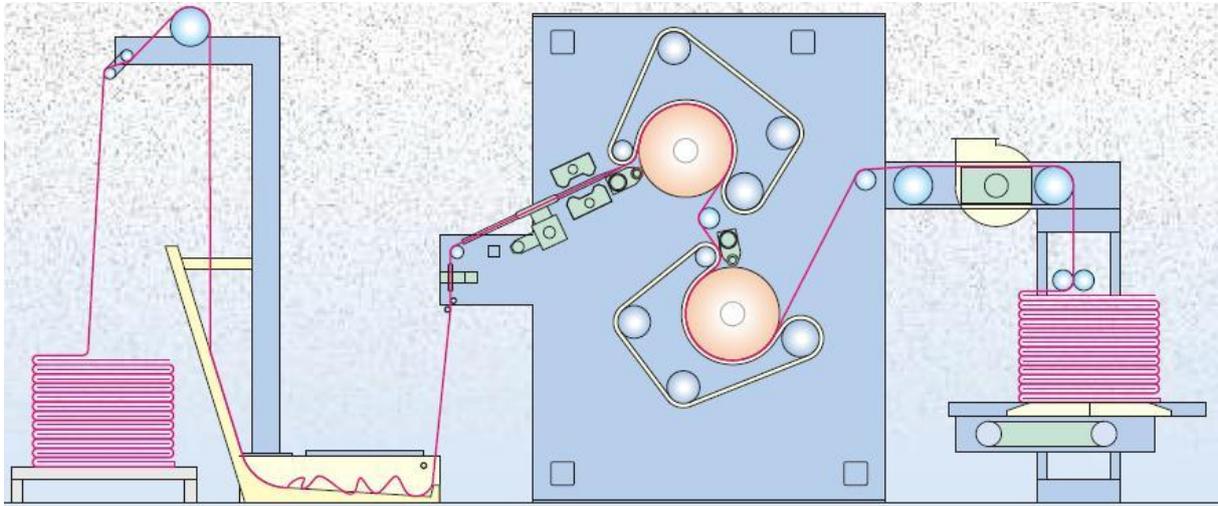
Una unidad suministra vapor a la entrada para el acondicionamiento de la tela.



*Compactadora para géneros abiertos*

### COMPACTADORA PARA TELA TUBULAR

El tejido de punto tubular tiene dos capas, debido a esto las máquinas de compactación para estos géneros tienen dos unidades de compactación, una para cada capa; logrando el control mecánico del encogimiento por deslizamiento de los hilos.



*Vista esquemática de una compactadora para géneros tubulares*



*Compactadora para géneros tubulares*

#### **Principales defectos en el compactado**

- **Densidad fuera de estándar**

Generalmente es resultado de un sobrecompactado, es decir la tela es compactada en exceso, disminuyendo así su metraje y aumentando su densidad; esto trae como consecuencia una reducción a lo largo del tejido.

- **Marcas de teflón**

Mientras se calibra la máquina, y debido a sucesivos paros, es probable que el teflón deje huellas sobre la tela.

- **Encogimiento fuera de estándar**

Puede producirse debido a un insuficiente compactado.

## BATANADO

Con este acabado, mediante la aplicación de humedad combinada con calor, fricción y compresión, se pretende fieltar los tejidos de lana, éstos pierden dimensiones, aumentan su espesor, compacidad, peso por metro cuadrado y ofrecen más resistencia a la penetración.

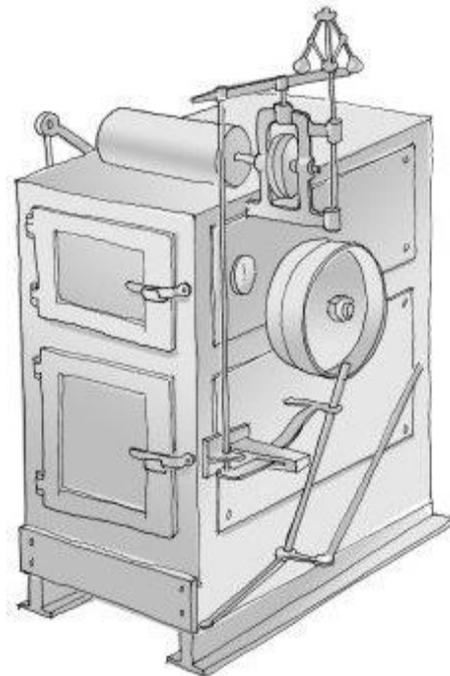
El batanado se basa en que la superficie de la fibra de lana está formada por escamas que se acoplan unas con otras al producir un movimiento relativo entre ellas. A pesar de que el diámetro de la fibra no cambia, el aire entre las fibras se elimina a medida que éstas se enredan, de modo que el tejido "se encoge".

El batanado se puede efectuar a valores de pH:

- **Alcalino**, para tejidos que no requieren un gran encogimiento.
- **Ácido**, que es un batanado eficaz y más rápido. El medio ácido evita la descarga del colorante pero puede actuar sobre las grasas del tejido, descomponiéndolas.
- **Neutro**, cuando el tejido está compuesto por mezclas de fibras, obteniéndose un encogimiento superficial.

En cuanto a la maquinaria, hay de dos tipos: el batán de mazos y el batán rotativo.

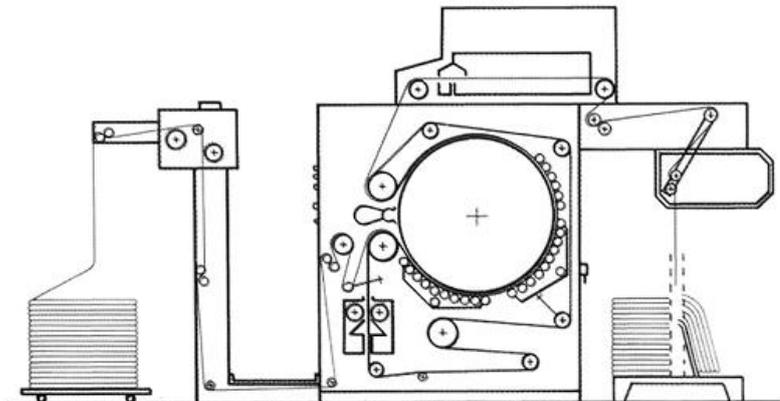
Los factores que favorecen el batanado son: una fibra larga, ondulada y escamosa, un hilo con poca torsión y un tejido poco ligado.



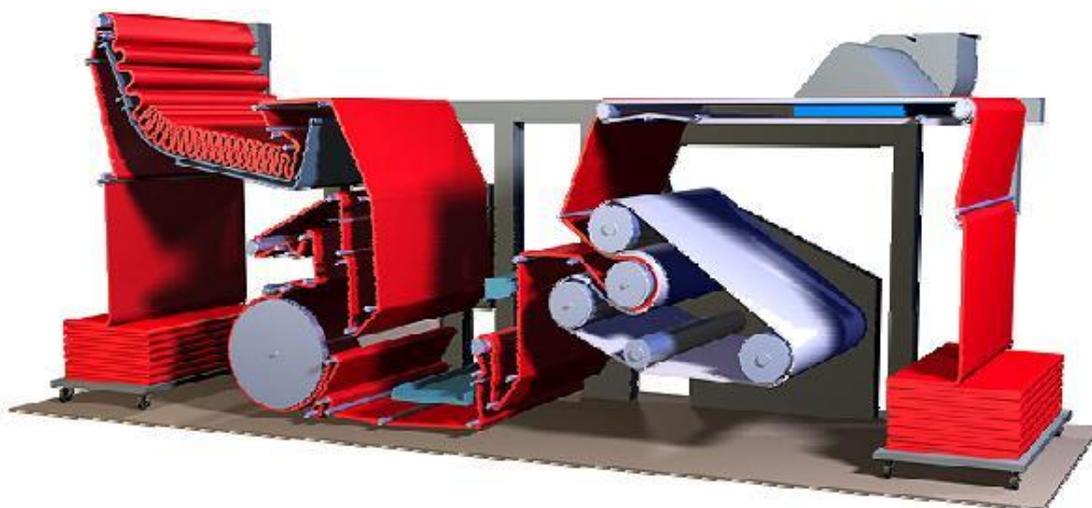
*Batán rotativo para tejidos de lana*

## DECATIZADO

Similar al sanforizado, pero para tejidos de calada de lana y sus mezclas. Se adquiere importantes cualidades básicas como buena caída, resistencia a las arrugas, moderado lustre y estabilidad dimensional óptima – en longitud y anchura – gracias a la aplicación de vapor a presión.



*Vista esquemática de una decatizadora continua*



*Recorrido del tejido por una decatizadora continua*

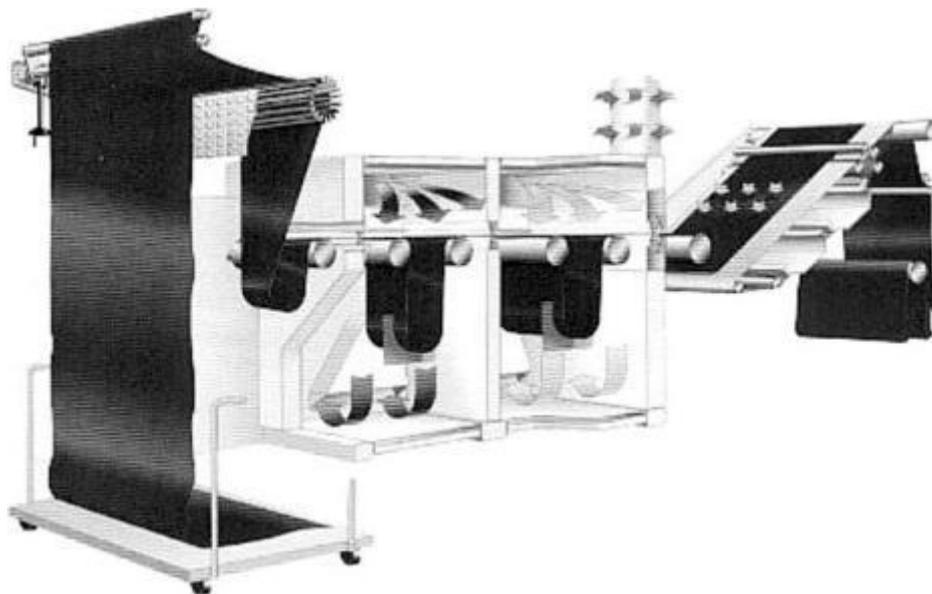
## VAPORIZADO

El vaporizado sin tensión en tejidos de lana es la técnica más utilizada para obtener una buena estabilidad dimensional al planchado a vapor.

La acción de vapor implica el hinchamiento higroscópico de las fibras con una subsiguiente relajación o contracción de la tela, que recupera su forma *natural*. El vaporizado elimina también todas las tensiones residuales.

Las máquinas utilizadas para llevar a cabo este tratamiento se llaman vaporizadoras sin tensión. Pueden ser divididas en cuatro secciones principales:

- a. *Alimentación*, donde se coloca el tejido sobre una banda transportadora por medio de un sistema de sobrealimentación revestido con un tejido técnico de material sintético termoestable, por lo general vibra para una mejor relajación de la tela y la mantiene suspendida al interior de la zona de vaporizado.
- b. *Vaporizado*, con uno o dos túneles de vaporizado y un sistema de aspiración.
- c. *Refrigeración*, equipada con una unidad de aspiración montada debajo de la cinta transportadora para eliminar la humedad residual.
- d. *Arrastre*, con un rodillo giratorio o un sistema óptico de control para ajustar la velocidad y evitar cualquier estiramiento de la tela enrollada o doblada.



## ACABADOS QUÍMICOS

Mediante la aplicación de químicos de diferentes orígenes, un tejido puede obtener propiedades que de otra manera serían imposibles de obtener por medios mecánicos.

Estos tratamientos:

- Permiten la estabilización de los tejidos sometidos a los tratamientos mecánicos de acabado, como el calandrado.
- Dan algunas propiedades a los tejidos (por ejemplo, retardación al fuego o repelencia al agua), que de otro modo estarían ausentes.

Los productos empleados pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- **Naturales:** adhesivos, grasas, aceites, almidones
- **Artificiales:** almidones o féculas modificados, celulosa modificada
- **Sintéticos:** derivados del n-metilol (resinas del tipo urea-formaldehído, melamina-formaldehído y glioxal-formaldehído), reactivos lineales (carbamatos, resinas epóxicas), polímeros termoplásticos (vinil, acrílicos, polietileno), poliuretano y siliconas.

Esta clasificación – útil para estudiantes – no coincide con los productos que actualmente se encuentran en el mercado desde que estos productos son mezclados conteniendo también catalizadores y auxiliares que interaccionan y producen efectos complementarios.

Es por lo tanto necesario subrayar que el acabado químico puede afectar al material textil por alteración de sus propiedades mecánicas, algunas veces cambiando el tono del color o la solidez del mismo, como se verá más adelante.

## APLICACIÓN DE LOS ACABADOS QUÍMICOS

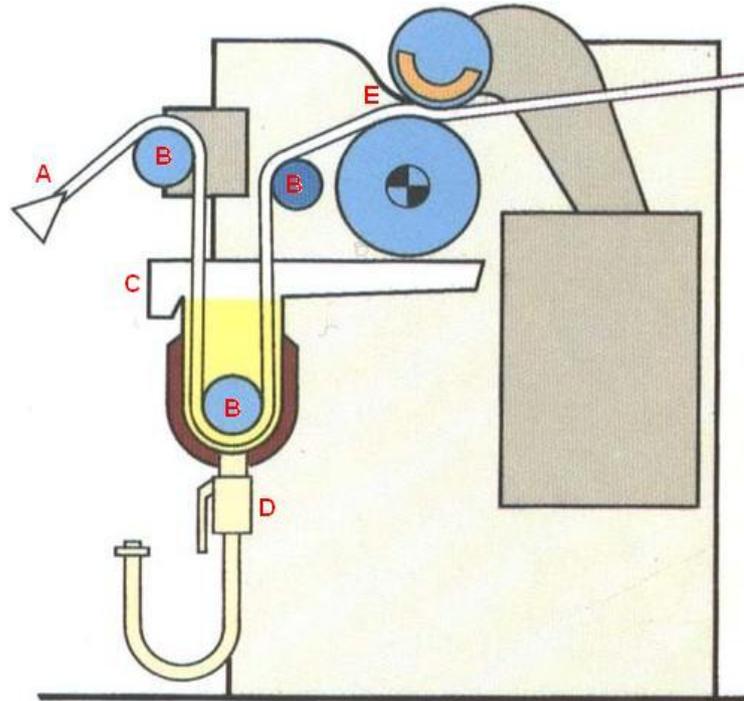
Diferentes técnicas se emplean para aplicar los productos de acabado antes mencionados. La técnica más apropiada debe ser cuidadosamente estudiada para cada tipo de fibra, y el proceso más adecuado debe asegurar los mejores resultados y conceder un razonable margen de error.

Las operaciones que se llevan a cabo para aplicar el acabado a un sustrato textil están en su mayoría condicionadas por las propiedades estructurales e higroscópicas del material a procesar, por el efecto deseado, por la naturaleza física y química de los elementos que constituyen la sustancia de acabado y por la velocidad de salida de la máquina.

En el ennoblecimiento textil, podemos distinguir entre cinco técnicas de aplicación principales:

### Foulardado

El foulardado es – de lejos – el método más común entre las diferentes técnicas de acabado químico, y puede ser aplicado en casi todas las operaciones de acabado en húmedo. Un parámetro muy importante a controlar es el *pick up* del tejido luego de su pase, ya que esto determina la cantidad de baño absorbido por la tela. Generalmente, para los tejidos de calada se realiza en la rama, y en los géneros de punto, se lleva a cabo durante el pase por la hidroextractora.



*El tejido (A) es conducido por unos polines (B) e ingresa a la artesa o tina que contiene el de baño de acabado (C), la batea cuenta con un dispositivo de evacuación (D). Una vez impregnado el tejido, es llevado a la zona de exprimido (E).*

### **Pulverización (spray)**

Se utiliza para llevar a cabo un acabado ligero, se deja en el tejido una pequeña concentración de los productos. Está especialmente indicada para la aplicación de suavizantes, agentes antihongos y antiestáticos.

Para una buena y homogénea penetración y difusión del acabado dentro del tejido, es mejor dejarlo reposar unas horas antes de su secado.



### **Agotamiento**

El tratamiento de hilados o tejidos en baños de agotamiento se recomienda sobre todo cuando productos químicos estables son aplicados sobre el sustrato.

Los tejidos de calcetería y los géneros de punto tubulares generalmente reciben el producto de acabado mediante esta técnica.

Desde un punto de vista químico, los productos más adecuados para el proceso por agotamiento son aquellos con propiedades catiónicas. En particular agentes suavizantes catiónicos a menudo son aplicados con este proceso, así como emulsiones de base parafínicas, y más recientemente, las emulsiones de polímeros catiónicos.

Como se trató en el quinto libro de esta colección (*La industria textil y su control de calidad V. Tintorería*), los tipos de la maquinaria para procesos por agotamiento son variados, pero tienen como característica común el manejar relaciones de baño altas (de 1:6 hasta 1:20) con el consecuente alto consumo de agua.

## Recubrimiento

Los tejidos recubiertos con película se clasifican según su uso final, es decir: prendas de vestir, tapicería, cortinas, calzado, marroquinería y tejidos técnicos.

En general, el proceso comienza en un tejido o de una tela no tejida como un soporte. Todas las fibras se pueden utilizar, desde la ligera seda al lino y cáñamo, desde fibras sintéticas a las fibras de vidrio.

En cuanto a las resinas utilizadas para la capa de recubrimiento, se trata casi exclusivamente de polímeros sintéticos de alto peso molecular.

Hoy en día los fabricantes están constantemente en la búsqueda de sustancias de revestimiento que sean más y más flexibles, capaz de soportar los diferentes esfuerzos mecánicos y condiciones de lavado, y sobre todo resistente al desgaste y los agentes atmosféricos.

Estos polímeros de recubrimiento se adhieren a la tela de soporte a través de un calandrado, en forma de láminas delgadas o se extienden principalmente en forma de dispersiones acuosas o soluciones en disolventes.

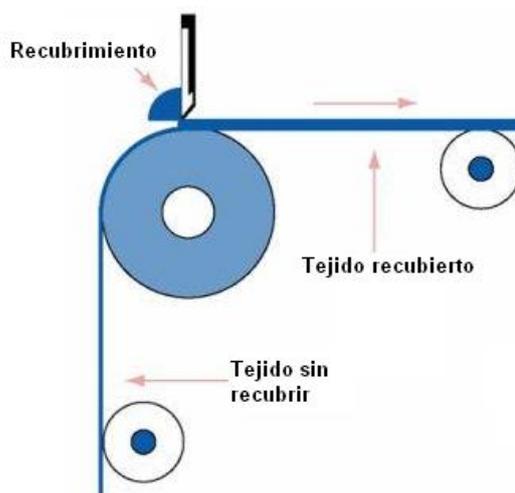
Las características y las propiedades de los tejidos recubiertos con película dependerán de la estructura química de las resinas de revestimiento aplicado y el tipo de tejido utilizado como soporte.

La capa de revestimiento, sin duda, juega el papel más importante para la apariencia, el tacto y las propiedades de resistencia: su elasticidad, su comportamiento a altas y bajas temperaturas, su resistencia a la abrasión, a los disolventes y al efecto del envejecimiento y los agentes atmosféricos, dependen de su composición química como una sustancia con un alto peso molecular y mayor o menor cualidad termoplástica.

Los tejidos revestidos se dividen en categorías específicas de acuerdo con el siguiente esquema:

- Tejido a base de fibras naturales, artificiales o sintéticas;
- Capa de revestimiento de resinas naturales o sintéticas.

Un claro ejemplo de tejido con recubrimiento es el *marroquín*, que nace como un tejido de calada, de ligamento tafetán y luego se le aplica una cobertura de polímero, para obtener un material que imita al cuero natural. Este tejido recubierto se emplea en la confección de muebles, zapatos y carteras.



### Técnicas de recubrimiento

Existen tres formas de cubrir a un tejido con una capa de resina:

a. Unión mediante película.

En el método de proceso primero, ahora poco utilizados, la tela está unida a su soporte de tela en calandras especiales. Este proceso se sigue utilizando hoy en día para la fabricación de manteles mediante la aplicación de una delgada película de PVC para la tela.

b. Recubrimiento directo

La resina se extiende directamente sobre la tela por medio de una cuchilla de ajuste o un cilindro. Se subdivide en varias técnicas.

Dado que el tejido durante el recubrimiento, secado y bobinado siempre está sujeto a tensiones longitudinales, este método de recubrimiento se emplea sólo en tejidos densos o resistentes a la tracción. Obviamente, no puede ser utilizado para géneros de punto.

El espesor deseado de recubrimiento se puede lograr regulando de altura de la cuchilla o cilindro, o mediante aplicación de capas sucesivas, cada una estabilizada con una etapa de secado intermedio.

Se emplea para elaborar materiales a prueba de agua, paraguas y textiles técnicos.

c. Recubrimiento indirecto por transferencia.

El material de revestimiento se extiende primero sobre un papel especial (papel de transferencia) y se libera luego al tejido. El revestimiento se compone de una capa de resina extendida directamente sobre el papel y de una segunda capa de resina, que actúa como agente de unión entre la primera capa y el tejido base. El papel de transferencia debe ser compatible con la resina aplicada y puede ser brillante, mate, liso o gofrado.

Con esta técnica de revestimiento es posible fabricar un número de artículos de diferente apariencia y tacto. La apariencia depende del tipo de papel usado (mate brillante, liso o en relieve), mientras que las propiedades de tacto son determinadas por la calidad y la cantidad de resina, el adhesivo aplicado, el tejido base y su preparación.

Se obtienen de esta forma algunos artículos de imitación de cuero para tapicería, prendas de vestir; calzado y otros.

### Aplicación controlada de pequeñas cantidades de baño

El agua es el medio más común utilizado para aplicar el acabado, y debe ser posteriormente separada del material textil después del tratamiento, siendo el proceso de secado bastante caro. Por lo tanto, para evitar costos adicionales, nuevas técnicas han sido desarrolladas para permitir una aplicación controlada de pequeñas cantidades de baño de acabado. De hecho, la mayoría del agua sobre la superficie de la tela, o entre las fibras se puede eliminar con los procesos de hidroextracción mecánica (centrifugado, aspiración, compresión, etc.), pero estos procesos no eliminan la humedad dispersa en los espacios entre las fibras.

En las fibras hidrofílicas (por ejemplo algodón), el límite de las aguas residuales que no pueden ser eliminadas por medio de un proceso mecánico tiene un rango del 40% al 50%.

Para obtener una distribución homogénea del acabado de la tela es – teóricamente – necesario y suficiente saturar sólo las zonas capilares de las fibras.

La cantidad de solución que corresponde al agua necesaria para una hinchazón completa de las zonas amorfas de las fibras se denomina *valor crítico de adición* (CAV, por su siglas *Critical Addition Value*) y se determina por la naturaleza de la fibra y por la estructura del tejido. Si se aplica mayores cantidades de solución, durante el secado los productos de acabado pueden migrar

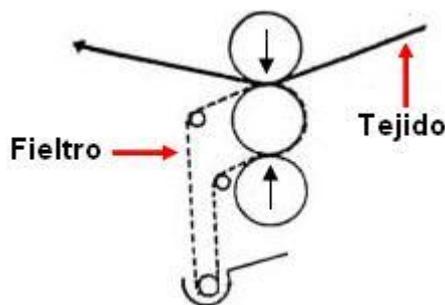
hacia la superficie de la tela, lo que conduce a una distribución desigual del acabado sobre el sustrato (las áreas interiores del hilo son más pobres de acabado).

Por el contrario, para una aplicación óptima, tanto desde los puntos de vista técnico (penetración y uniformidad) y de costo-eficiencia (mínimo consumo de energía para el secado), es necesario aplicar una cantidad de solución igual o ligeramente superior al CAV. Para el algodón, esto significa que sólo 30-35% de baño debe aplicarse al tejido.

Las diferentes técnicas se describen brevemente a continuación.

a. Transferencia de baño.

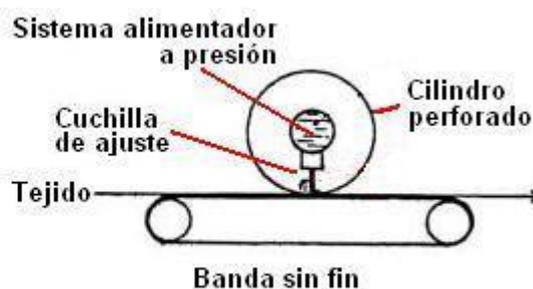
Un fieltro sin fin se impregna con la solución de acabado y se aprieta entre dos rodillos con un pick up de aproximadamente 70%. El tejido a tratar se adhiere contra el fieltro en una segunda unidad exprimidora. La presión de exprimido transfiere a la tela alrededor de la mitad del baño en el fieltro. Mediante el control de las presiones por separado en los dos puntos de exprimido, la cantidad de baño aplicada al tejido puede ser controlada de forma precisa y las variaciones por metro cuadrado de la tela (dentro de un cierto rango) puede ser evaluada.



b. Acabado estampado.

Un rodillo finamente grabado está parcialmente sumergido en el baño de acabado. El líquido en exceso se elimina por medio de una cuchilla de ajuste. El baño restante en el rodillo grabado se transfiere entonces a la tela por medio de la presión ejercida por un segundo rodillo.

Mediante el uso de soluciones pegajosas de acabado, es posible llevar a cabo procesos de impresión con rodillos huecos.



Una mención especial la tienen los tejidos con efecto *devoré*. Se trabajan con telas compuestas por hilos con mezcla de fibras (algodón-poliéster, viscosa-acetato, poliéster-viscosa, etcétera), impregnadas por un producto que disuelve a un solo tipo de fibras de la mezcla, se deja que el solvente actúe destruyendo a la fibra más débil y luego se realiza un posterior lavado y neutralizado al material. Se obtienen así efectos de encaje donde la fibra más fuerte<sup>6</sup> – que no fue afectada por el solvente – provee la apariencia de llenura. El tipo de figuras obtenidas depende del grabado del cilindro.

<sup>6</sup> Los términos *fibra débil* y *fibra fuerte* se dan en el contexto de su comportamiento frente a la acción de un solvente determinado. No me estoy refiriendo a la resistencia a la tracción de la fibra. Por ejemplo: como fibra, el algodón es mucho más débil que el nylon 11, pero si ambas fibras son sometidas al solvente metacresol, el

Cuanto más fibra débil tenga la mezcla, más se apreciará la ausencia de ésta. Así pues, si utilizamos una mezcla 50% fibra fuerte – 50% fibra débil, el efecto será de un sombreado ocasionado por la apariencia de la fibra fuerte en las zonas donde se haya eliminado la fibra débil, si la mezcla es de 80% fibra débil – 20% fibra fuerte, el efecto será similar a un grabado en el tejido, donde haya actuado el solvente sólo se observará a la fibra fuerte que corresponde a ese 20% de la mezcla.

Por ejemplo, un género jersey 55% PES – 45% CO se impregna por este método con ácido sulfúrico al 70% (en otros casos se trabaja con una pasta comercial), es llevado a la ebullición a temperatura (160-180°C) para acelerar el proceso, y luego se realiza el lavado (para remover la fibra disuelta y neutralizar el sustrato) y secado de la tela. Entonces se obtiene un aspecto con figuras, donde actúa el ácido o pasta, solamente se aprecia el poliéster, pues el algodón fue disuelto y eliminado. Este procedimiento también recibe el nombre de *burning out*.



*Tejidos de calada y de punto con acabado devoré*

c. Formación de espuma.

Pequeñas cantidades de agua se depositan sobre el tejido mediante la aplicación de cantidades controladas de espuma. La espuma está compuesta de 5-10% por sustancia

---

algodón resiste bien, mientras el nylon se disuelve; en este caso podemos decir que frente a la acción del metacresol, el algodón es fuerte y el nylon 11, débil.

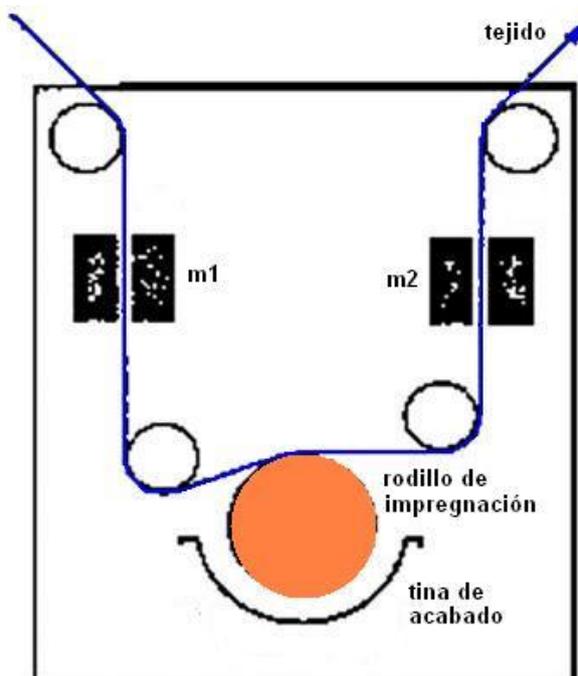
acuosa y 90-95% de aire. La espuma se genera con dispositivos especiales, por soplado de gas comprimido (generalmente aire) en la solución que contiene un agente tenso activo. El grado de viscosidad de la solución y la presión del aire se ajustan para obtener así las burbujas de diámetro más o menos uniforme (50-100 micras) y formar una espuma estable y cremosa.

La espuma se deposita luego sobre el tejido en capas por medio de una cuchilla de ajuste, después debe ser esparcida de manera uniforme, para que la tela pueda absorber el producto de acabado.

d. Semi inmersión.

Un rodillo de impregnación es parcialmente sumergido en el baño de acabado, gira y toca la tela a cierta velocidad para lograr la aplicación de la cantidad deseada de la solución. Esta aplicación puede ser controlada y los resultados óptimos pueden lograrse sólo cuando se establece una precisa relación entre la velocidad del rodillo de aplicación y la velocidad de la tela.

La velocidad del tejido puede modificarse dentro de un amplio intervalo (pudiendo controlarse – por ejemplo – por medio de sensores de humedad montados en la salida de la unidad secadora). La velocidad del rodillo de impregnación se controla por dispositivos que miden la cantidad de baño aplicado. Estos dispositivos de medición evalúan la radiación  $\beta$  absorbida por el tejido húmedo. Uno de estos dispositivos de medición (m1) se coloca antes del punto de contacto del tejido con el rodillo de impregnación, mientras que un segundo (m2) mide la cantidad de radiación  $\beta$  después de la aplicación del producto acabado.



La diferencia de señal entre los dos instrumentos se mantiene a un valor que corresponde a la cantidad deseada de licor. De hecho, cada variación de este valor determina una variación en la velocidad del rodillo de aplicación, con el fin de llevar la cantidad de solución impregnada a un valor óptimo. Una aplicación homogénea sobre el material se puede conseguir con una superficie especial del rodillo y también mediante el empleo correcto de productos de acabado y auxiliares (por ejemplo anti espumantes).

## TIPOS DE ACABADOS QUÍMICOS

### SUAVIZADO

Como regla general, cada fibra tiene un valor de suavidad específico, que depende de su composición química y estructura física (menor cristalinidad = mayor suavidad). La finura de la fibra o del filamento afecta directamente a la suavidad del hilo (lana cardada, lana peinada, microfibras, etc.). La torsión del hilo es inversamente proporcional a su suavidad.

El ligamento también contribuye a reducir o aumentar la suavidad de la tela; además, una mayor densidad de hilos incrementa su rigidez, reduciendo así la suavidad.

El suavizado se efectúa cuando las características de suavidad de un tejido deben ser mejoradas, siempre considerando su composición y propiedades.

También es importante subrayar que no se han desarrollado ni establecido métodos estándar para determinar exactamente la suavidad de un tejido. Esta evaluación es por lo tanto casi personal y subjetiva, llevándose a cabo de acuerdo a la experiencia personal. De todos modos es posible distinguir algunos tipos de suavidad:

- a. Blandura superficial,
- b. Lisura superficial,
- c. Elasticidad (a la compresión y al estiramiento).

Para cambiar las propiedades del tacto (mano) de un tejido, se puede aplicar procesos físicos, químicos o combinados, algunos de estos métodos (esmerilado, perchado) ya se han explicado en detalle en las secciones anteriores de este libro, mientras que otros se refieren a máquinas que dan diferentes grados de suavidad, mediante procesos sobre tejidos en cuerda a alta velocidad en condiciones húmedas o secas, con un posterior secado.<sup>7</sup>

Como regla general, los agentes suavizantes aplicados son higroscópicos o lubricantes, que facilitan el deslizamiento de la fibra dentro de la estructura del tejido, facilitando la deformación y el arrugado. Mayormente la duración de este efecto es limitada ya que los productos aplicados durante el tratamiento son eliminados por un lavado posterior, por esta razón se deben aplicar en la etapa final del proceso. Los suavizantes más comunes se detallan a continuación:

- **No iónicos:** Generalmente éteres y ésteres de poliglicol, productos oxietilatos, parafinas y grasas. Estos agentes suavizantes son generalmente menos eficientes que los aniónicos y catiónicos, pero son capaces de soportar la acción de aguas duras, medios ácidos o básicos y también en presencia de cationes y aniones, por lo tanto en condiciones similares a la vida útil de las prendas.
- **Aniónicos:** Los sulforicatos, son tensoactivos aniónicos producidos por condensación de ácidos grasos. Tienen buenas características como agentes de suavizado y lubricación y dan al tejido un tacto lleno, son inestables en agua dura y en medios ácidos. Además, no deben causar amarillamiento a la temperatura de condensación.
- **Catiónicos:** Normalmente son sales de amonio cuaternario, amino-ésteres y aminoamidas, se recomiendan para todos los tipos de fibra, y pueden aplicarse por agotamiento en medio ácido (pH 4-5). Son los mejores agentes suavizantes y forman enlaces con el grupo catiónico en la superficie de la fibra (por lo general con un potencial

---

<sup>7</sup> Existe una variedad de máquinas suavizadoras que aplicando principios físicos como aire, presión y eventualmente calor, no solamente ablanda el tacto de tejidos, además modifica las propiedades de refracción y difracción de la luz sobre su superficie. El lino, por ejemplo, mejora sus características con este proceso.

eléctrico negativo). Pueden presentar problemas en presencia de aniones grandes, y pueden causar virajes de tono, o una reducción en los valores de solidez a la luz en presencia de colorantes directos y reactivos, también tienen una alta carga contaminante en las aguas residuales.

- **Siliconas:** Son generalmente derivadas de polisiloxano de bajo peso molecular. Son insolubles en agua, y por lo tanto se debe aplicar sobre tejidos después de una disolución en solventes orgánicos, o en forma de dispersión. Cuentan con buena solidez al lavado. Crean una capa moderadamente resistente al agua sobre la superficie y dan una mano aterciopelada, sedosa.
- **Reactantes:** Son derivados del N-metilol de las amidas superiores de ácidos grasos u compuestos de urea sustituida con ácidos grasos. Estos productos tienen que ser reticulados y proporcionan suavidad permanente y repelencia al agua.

Como se ha explicado anteriormente, aunque algunos suavizantes se pueden aplicar por agotamiento en hilos, cuando se acaban tejidos la mejor técnica es el fullardado seguido por un secado en rama. Este tratamiento debe ser llevado a cabo al final del proceso de ennoblecimiento, por esta razón, normalmente se realiza simultáneamente con otros procesos de estabilidad dimensional (estabilización del ancho, enderezamiento de trama y urdimbre). Vale la pena recordar que el uso de suavizantes puede reducir la solidez al frote en fibras sintéticas teñidas con colorantes dispersos, pues la capa de superficie grasosa tiende a atraer a las moléculas de colorante después del tratamiento con calor.

## ANTIARRUGAS (Lavar y usar – Planchado permanente)

En este punto se describen diferentes tratamientos de acabado que se lleven a cabo aplicando principios similares. Los tratamientos acabados antiarrugas representan resultados sobresalientes en la tecnología del acabado, ya que dan a los tejidos propiedades físicas y / o químicas nuevas.

El objetivo inicial de los investigadores que desarrollaron por primera vez este proceso fue la creación de un tejido de rayón a prueba de arrugas, sin embargo, el nuevo tratamiento se aplicó luego a los tejidos de algodón y lino. Las versiones de última generación del tratamiento producen tejidos que no sólo son a prueba de arrugas, sino también preservan este efecto si se desea. Este tratamiento también puede garantizar resultados excelentes en las mezclas algodón-poliéster (Proceso planchado permanente).

Los auxiliares utilizados son las resinas sintéticas termofijables o, más precisamente, sus monómeros y sus condensados previos.

Una cierta resistencia a las arrugas se puede conseguir añadiendo a las fibras complejos compuestos inorgánicos de boro, así como el zinc y silicato de bario. Sin embargo, hoy en día los únicos productos que se aplican son las resinas sintéticas termofijables. El principio en que se basa este tratamiento de acabado consiste en la impregnación de las fibras con compuestos de bajo peso molecular y después realizar la formación de la resina en las fibras.

Recientemente nuevos procesos se han desarrollado para modificar químicamente la celulosa, con el objetivo de mejorar el ángulo de la recuperación elástica sobre todo en sustratos húmedos.

Para una mejor comprensión de lo que ocurre durante un proceso de arrugado, vale la pena explicar el mecanismo y las razones por la que las fibras de celulosa tienden a arrugarse.

Las fibras de celulosa están formadas por cadenas de moléculas formadas por cientos de miles de grupos de glucosa.

Las cadenas moleculares de celulosa parcialmente consisten en áreas cristalinas rígidamente orientadas y compactadas, y en parte de zonas amorfas, sueltas y orientadas al azar; pequeñas

enlaces covalentes mantienen su cohesión. Por tracción en las cadenas moleculares, se producen efectos de estiramiento (debido a la ruptura de los enlaces débiles) y deslizamiento de las cadenas individuales entre sí, fenómenos que se convierten en irreversibles cuando las cadenas moleculares (y por lo tanto las fibras de celulosa) asumen una nueva posición.

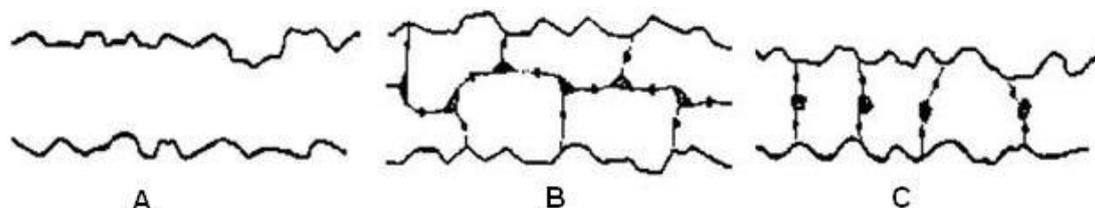
Si ahora suponemos que transferimos la fuerza de estiramiento (y por lo tanto, el estiramiento) a una flexión en un determinado punto de la fibra, el ángulo de flexión asumirá una posición permanente como consecuencia de la irreversibilidad del fenómeno, por lo tanto, se convierte en un pliegue permanente.

Por encima de todo, las fibras de celulosa ricas en áreas amorfas y macromoléculas, que tienden a formar enlaces en las nuevas posiciones impartidas por los esfuerzos mecánicos, pueden ser afectadas por estos fenómenos de deformación, tales como el estiramiento, plegado y arrugado. Por el contrario, las fibras como la lana cuyas macromoléculas se fijan mediante enlaces fuertes (puentes cistínicos o de sal) así como fibras con estructura intermolecular altamente controlada y alto grado de cristalinidad (sintéticas), serán a prueba de arrugas.

Por tanto, es evidente y demostrada la relación entre la cristalinidad, la presencia de enlaces débiles o fuertes entre las cadenas y la propiedad antiarrugas de las fibras. De hecho, mientras que las zonas amorfas facilitan el deslizamiento de las cadenas macromoleculares, la presencia de enlaces débiles (puentes de hidrógeno) permiten la estabilización de macromoléculas en sus nuevas posiciones y por lo tanto la formación de un pliegue permanente.

La hipótesis mencionada anteriormente nos permite suponer que la sustitución de enlaces débiles (electrostáticos) con enlaces fuertes (covalente), puede reducir el desplazamiento de las cadenas y llevarlas de vuelta a su posición original cuando la fuerza de flexión cesa su acción o cuando sustancias que bloquean los espacios de deslizamiento se introducen en los agujeros intramoleculares de la celulosa, se puede mejorar grandemente las propiedades a prueba de arrugas de fibras.

Estas condiciones son efectuadas por las llamadas *amino-plastos*, así como por *reactantes de celulosa*, que forman moléculas de resinas de gran tamaño, o puentes entre las cadenas de celulosa moleculares individuales, respectivamente.



*Cadenas de poliglucosa (celulosa) en tres estados: A. Normales (no reticuladas) B. Reticuladas con reactantes de celulosa C. Reticuladas con resinas termofijas*

Antes de la etapa de secado, los tejidos se impregnan con amino-plastos precondensados de bajo peso molecular, o con soluciones de reactantes de celulosa. Antes de 1990, estas soluciones constaban de N,N-1,3dimetilol-4,5-dihidroxiétilenourea (DMDHEU), y se combinan con cloruro de magnesio como catalizador ácido, para mejorar la formación de enlaces de reticulación entre cadenas de las moléculas de celulosa.

El desarrollo de estos enlaces dentro de las zonas amorfas de la fibra mejora la resistencia a la distorsión y la elasticidad. Desafortunadamente, la reacción de los derivados del N-hidroximetil (N-metilol) tiene una gran desventaja en la reacción:  $-H_2NCONH_2 + HCHO$ , que produce formaldehído libre.

De hecho, durante el tratamiento caliente posterior que favorece la formación de la resina, un enlace con un hidroxilo del anillo de celulosa se establece individualmente, dejando un grupo N-hidroxilmetil no reaccionado que es capaz, después de un proceso de hidrólisis, de liberar formaldehído, sobre todo a altas temperaturas.

Otro problema que se produce cuando se utilizan estas resinas está representado por el cloro absorbido por el material durante el lavado, lo que causa una visible coloración amarillenta de la

superficie. Esto no representa un daño inmediato, pero cuando el tejido se somete a la acción del calor (planchado, calandrado, vaporizado) pierde una parte considerable de su resistencia mecánica.

### **Tipos de resina dimetilol-urea y sus propiedades**

#### **a. Dimetilol-urea *dmu***

- No reactiva
- Fácilmente hidrolizable
- Alta retención de cloro
- Fácilmente condensable en seco
- Pobre estabilidad a tratamientos con agua
- Alto contenido de formaldehído

#### **b. Dimetilol-etileno-urea *dmeu***

- Buena reactividad
- Estable al lavado
- Mediana retención de cloro
- Reticulable en seco y en mojado
- Influencia negativa sobre la solidez a la luz
- Alto contenido de formaldehído

#### **c. Dimetilol-dihidroxietileno-urea *dm(oh)<sub>2</sub>eu***

- Buena reactividad
- Estable al lavado
- Mediana retención de cloro
- Reticulable en seco, húmedo y mojado
- No influye en la solidez a la luz
- Mediano contenido de formaldehído

#### **d. Dimetilol-dihidroxietileno-urea *dm(or)<sub>2</sub>eu***

- Mediana reactividad
- Altamente estable al lavado
- Baja retención de cloro
- Reticulable en seco y en húmedo
- Poca influencia en el tacto
- Bajo contenido de formaldehído

#### **e. Dimetilol-dihidroxietileno-urea *(or)<sub>2</sub>eu***

- Mediana/baja reactividad
- Sensible a la hidrólisis

- No retiene cloro
- Solamente condensable en seco
- Tendencia al amarillamiento
- No contiene formaldehído

### Técnicas de aplicación

Actualmente existe una variedad de tratamientos disponibles para dar excelentes propiedades a una amplia gama de productos textiles. El acabado *lavar y usar* es particularmente eficaz ya que los tejidos tratados no sólo pierden los pliegues formados cuando están secos (es decir, cuando se usan), sino también los pliegues que se forman en el tejido húmedo durante el lavado manual o a máquina. El tratamiento para eliminar este acabado es más complicado que la aplicación del mismo.

El acabado puede realizarse de tres formas diferentes de procesos:

#### a. Proceso en seco

Con este método es posible obtener grandes ángulos de recuperación de pliegues secos y medianos ángulos de recuperación de pliegues húmedos; la estabilidad dimensional y la retención de la forma son excelentes. La pérdida en la resistencia al desgarre y a la abrasión es proporcional al ángulo de pliegue seco y es, por lo tanto, generalmente alta.

**Método clásico:** El tejido se impregna por fulardado (la cantidad de acabado se ajusta modificando la concentración de baño y la presión de exprimido) y se seca a 100 – 120° C en un rama; el proceso de reticulación también se produce en la rama a temperaturas que varían de acuerdo con el tipo de agente de reticulación utilizado (generalmente 4-5 minutos a 150-160° C). Al final del proceso, se recomienda llevar a cabo una etapa de lavado y suavizado. Se pueden utilizar tanto productos auto-reticulantes y reactantes; empleando sales de amonio o compuestos complejos como catalizadores. Se trata de un proceso simple y rápido, así como rentable.

**Método STK:** El secado y la reticulación se realizan simultáneamente en un solo pase en la rama a altas temperaturas (140° C en la entrada, 180° C en la salida). El tiempo de permanencia en el interior de la rama depende de los productos y los catalizadores utilizados, la temperatura, y el sustrato. Este método es muy rentable, pero sus resultados son muy inciertos y el deterioro del material puede producirse durante el tiempo de permanencia en la rama debido a las altas temperaturas de trabajo (como resultado de la variación de la humedad en el tejido). Por estas razones, este método se utiliza sobre todo para la viscosa. Requiere un ciclo de lavado con el fin de cumplir con las estrictas normas sobre el contenido de formaldehído y la liberación de los metales contenidos en los catalizadores.

**Doble tratamiento:** El tejido se impregna con un suavizante y se seca a 100 - 130° C. El procedimiento aplicado luego es el mismo que con el método STK. La aplicación de suavizantes antes de la reticulación proporciona excelentes propiedades antiarrugas y una pérdida limitada de resistencia al desgarre y a la abrasión.

#### b. Proceso en húmedo

Los ángulos de recuperación de pliegues húmedos son generalmente amplios (proporcional al contenido de humedad residual), y los ángulos de recuperación de pliegues secos son también aceptables. Ofrecen buena estabilidad dimensional y no se requiere planchado después del lavado. Dan baja pérdida de resistencia al desgarre y a la abrasión.

La tela es impregnada por fulardado con una solución de agente reticulante y catalizador, entonces un 6-8% de la humedad residual se elimina de algodón mediante un secado.

La tela se enrolla luego sobre un rodillo, cubierta con plástico y se deja reposar durante 16 a 24 horas a temperatura ambiente. Catalizadores fuertes deben ser utilizados para este proceso y su cantidad se ajusta de acuerdo con el contenido de humedad residual. El efecto final depende de la humedad residual: cuando es baja, los resultados serán similares a los obtenidos con el proceso seco, mientras que si es alta, el resultado es muy similar al efecto de reticulación en sustratos mojados. El tacto del tejido después del tratamiento es generalmente suave. El material se lava a continuación, los ácidos son neutralizados y el tejido se suaviza finalmente.

Obviamente, este método no permite procesos de trabajo continuo, y por lo tanto no es tan común como la reticulación en seco. Sin embargo, asegura excelentes resultados en los acabados *lavar y usar*, con poca pérdida de resistencia.

### c. Proceso en mojado

Los ángulos de recuperación de pliegues húmedos son óptimos, pero muy limitados para las arrugas secas. Proveen buenas propiedades sin planchado y buena estabilidad dimensional, con muy baja pérdida de resistencia al desgarre y a la abrasión.

Este proceso puede llevarse a cabo en medios ácidos o alcalinos. (Este último es menos común, ya que da propiedades limitadas antiarrugas, aunque muy baja pérdida de resistencia al desgarre y a la abrasión).

Este método es similar al anterior, a excepción de la etapa de secado. El material se enrollado y recubierto con plástico, manteniéndose en rotación durante 16 a 24 horas. El porcentaje de baño absorbido varía según el tipo de fibra a procesar (entre 100 a 200%)

## ANTIMICROBIANOS

Los principios activos que limitan el crecimiento de la población de microorganismos se conocen como *antimicrobianos*. Puede distinguirse entre aquellos que tienen un efecto bacteriostático, es decir, que limitan el crecimiento, y los que tienen un efecto bactericida (o mortal).

Entre los gérmenes más comunes tenemos:

- *Staphylococcus Aureus* (ropa de trabajo y deporte)
- *Proteus Marabilis* (ropa para deportes)
- *Escherichia Coli* (ropa para deportes y lencería de hospital)

Los acabados antimicrobianos tienen los siguientes objetivos:

- Prevenir la transmisión y la propagación de los microorganismos patógenos (sector de la higiene);
- Reducir los olores desagradables debido a la actividad bacteriana (desodorización);
- Evitar el deterioro de los artículos (como resultado de la descomposición de las fibras tras el ataque por microorganismos).

Además deben cumplir los siguientes requisitos:

- Cubrir el espectro microbiano relevante
- Facilidad de aplicación
- Durabilidad
- Buena tolerancia de la piel

El agente antimicrobiano funciona ya sea por una lenta liberación del ingrediente activo, o por contacto de la superficie con los microbios, interfiriendo con los mecanismos necesarios de las células del micro organismo.

Hay varias posibilidades físicas y químicas que pueden ser consideradas en la producción de tejidos antimicrobianos. En la práctica, el efecto antimicrobiano se obtiene mediante la aplicación de productos químicos específicos durante la fase de acabado, o mediante la incorporación de estas sustancias en las fibras químicas durante el proceso de hilatura.

Estas posibilidades son las siguientes:

- a. *Adición de sustancias bactericidas en la solución de hilatura* (fibras manufacturadas), antes de la etapa de extrusión. Sustancias como el triclosán (2,4,4-tricloro hidrofenil (II)-éter), un miembro de la familia de antisépticos y desinfectantes. El triclosán es un derivado del fenol, empleado en cosméticos y pastas de dientes. Tiene una amplia gama de acción contra las bacterias Gram-negativas y Gram-positivas. Este compuesto, gracias a la presencia del benzoato de bencilo, también ofrece protección contra los ácaros y se utiliza en fórmulas acaricidas (spray o polvo), así como en una solución (25% de concentración) para el tratamiento de la sarna.
- b. *Modificación mediante injerto u otras reacciones químicas.* El Instituto Textil de Francia en Écully ha desarrollado los llamados biotextiles. En estos productos, las cadenas de moléculas que contienen sustancias antisépticas son injertadas en los polímeros base de la tela cruda. Los polímeros base son activados por rayos electrónicos y, en el curso del proceso se refractan en determinadas posiciones, en las cuales se injertan las moléculas del bactericida.  
  
Las cadenas de polímeros, que crecen lateralmente de la primera molécula, confieren al tejido sus propiedades bactericidas. En caso de contacto directo, estas telas actúan rápidamente contra las bacterias y esta propiedad permanece intacta incluso después del lavado.
- c. *Mezclas de fibras.*
- d. *Tratamientos con principios activos específicos.* Después del secado, estas sustancias se incorporan en productos poliméricos de acabado, y se fijan a la estructura del tejido.

## FUNGICIDAS

Evitan la formación de hongos sobre la fibra, en tejidos que están a la intemperie en contacto con la humedad o con el suelo, por ejemplo lonas, redes, toldos, ropa interior. Estos hongos atacan las zonas amorfas de las fibras por ser éstas más débiles.

Los microorganismos más comunes de este tipo son:

- *Cándida Albicans*
- *Trichopyton Mentagrophytes.* Hongo del pie de atleta (ropa para deporte y/o trabajo llevada en estrecho contacto de la piel).

Existen distintas formas de proteger las fibras:

- Modificación química de las fibras. Se utiliza para las fibras celulósicas (cianoetilación)
- Impermeabilización, ya que estos microorganismos necesitan humedad.
- Apresto fungicida propiamente dicho. Productos derivados de las sales de cobre.

## DE PRESERVACIÓN (ANTISÉPTICOS)

Este acabado tiene por objeto destruir la acción perjudicial que producen ciertos organismos sobre las fibras textiles. Para ello se añaden al tejido ciertos productos, que bien pueden inhibir la acción del microorganismo, o bien lo destruyen. Estos microorganismos atacan fundamentalmente a las partes amorfas de las fibras y algunos tipos de aprestos pueden favorecer su desarrollo.

El microorganismo que actúa sobre las fibras celulósicas es el termes, sobre las fibras proteínicas normalmente actúa la polilla y sobre las fibras sintéticas estos microorganismos pueden desarrollarse si las condiciones son adecuadas, aunque este tipo de fibras no pueden ser degradadas.

## TRATAMIENTOS ENZIMÁTICOS

Explicaremos aquí, de forma resumida, las enormes posibilidades y ventajas de carácter ambiental y ecológico que se derivan de la utilización de enzimas en diferentes operaciones de ennoblecimiento textil como una alternativa a los procesos tradicionales y productos químicos.

Las enzimas son proteínas formadas por largas cadenas lineales de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos.

Están presentes en todas las células vivas que llevan a cabo funciones vitales en el proceso metabólico del crecimiento, reproducción, transformación y conservación de energía. Son catalizadores biológicos capaces de acelerar notablemente las reacciones químicas que se producen en los organismos vivos.

Son producidas por células, pero no son virus o bacterias y no pueden reproducirse autónomamente, son *vivas* aunque no biológicamente activas, en determinadas condiciones de pH y temperatura de baño.

En el pasado, las enzimas utilizadas industrialmente se obtenían por:

- Extracción y purificación de órganos o tejidos de animales (tripsina pancreática) o a partir de fuentes vegetales (papa);
- Fermentación de microorganismos seleccionados (amilasa bacteriana).

Los avances en la ingeniería genética y la bioingeniería han revolucionado totalmente el panorama tecnológico y amplían las aplicaciones y la oferta de enzimas. En particular, la bioingeniería ha permitido:

- La adaptación de las características bioquímicas de una enzima bajo las condiciones del proceso industrial;
- La creación de nuevas enzimas con técnicas de catálisis que no existen en la naturaleza;
- La alteración de las propiedades de las enzimas tales como la estabilidad, actividad, composición, etc.

Desde finales de los años ochenta hasta la actualidad, el desarrollo de las enzimas se hizo en el segmento textil con la introducción de la *celulasa* para el ennoblecimiento de tejidos celulósicos y prendas de vestir, de *proteasa* para el tratamiento de lanas y sedas, de *catalasa* para la eliminación del peróxido de hidrógeno después del blanqueo, de nuevos tipos de *amilasa* para los procesos de desgomado, y de *lacasa* para la oxidación de los colorantes como el índigo.

Una aplicación interesante es el biodesgrude del algodón utilizando *pectinasa* alcalina, como una alternativa a los tratamientos tradicionales que implican soda cáustica y altas temperaturas.

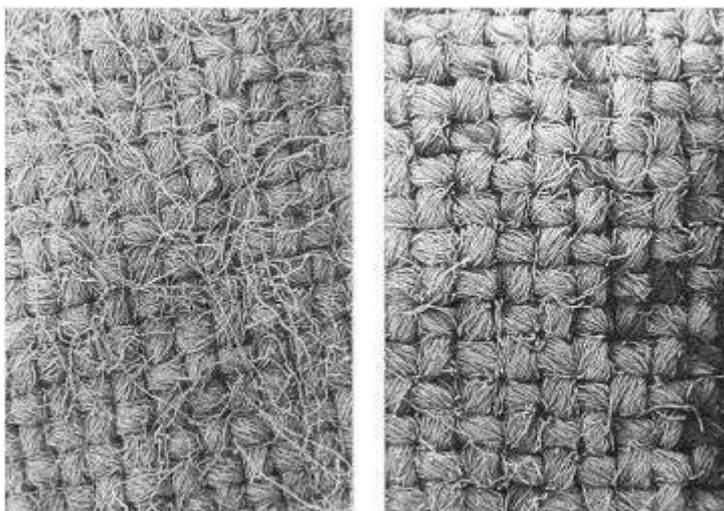
Como una gran parte de las fibras procesadas en la industria textil son de naturaleza celulósica (algodón, lino, viscosa, Lyocell), este segmento representa una gran oportunidad para los tratamientos enzimáticos. En particular, los usos de la celulosa en la industria textil son muy variados

y en constante evolución, gracias también a los estudios realizados en los últimos años en Italia por Galante y Monteverdi, ambos del Centro de Investigación Lamberti.

De los resultados más importantes de la investigación actual, las siguientes son dignas de mención:

- Lavado enzimático de prendas de denim (imitación *stone wash*)
- Biopulido (*bio-polishing*), es decir, desfibrilación superficial de telas o prendas, antes o después del teñido;
- Eliminación de las imperfecciones a causa de fibras de algodón inmaduras o muertas;
- Modificación de las características permanentes de mano y suavidad de tejidos;
- Mejora de la calidad del estampado;
- Posible aumento de la afinidad por los colorantes.

Los usos de la *celulasa* en textiles permite el desarrollo de una nueva gama de acabados y "efectos de moda" en los procesos industriales para telas y prendas de vestir, con un enfoque absolutamente favorable al medio ambiente, ya que se basa en agentes biológicos totalmente biodegradables.



*Efecto del bio pulido con enzimas: antes (izquierda) y después (derecha) del tratamiento*

## TRANSPORTE DE LA HUMEDAD (*Wicking*)

En algunos tejidos, es deseable la transmisión de la humedad, esta propiedad permite que la humedad y el calor del cuerpo escapen fácilmente.

Algunas de las características de construcción de la tela se deben considerar como menor densidad de urdimbre/columnas y trama/cursas; y gramajes más ligeros.

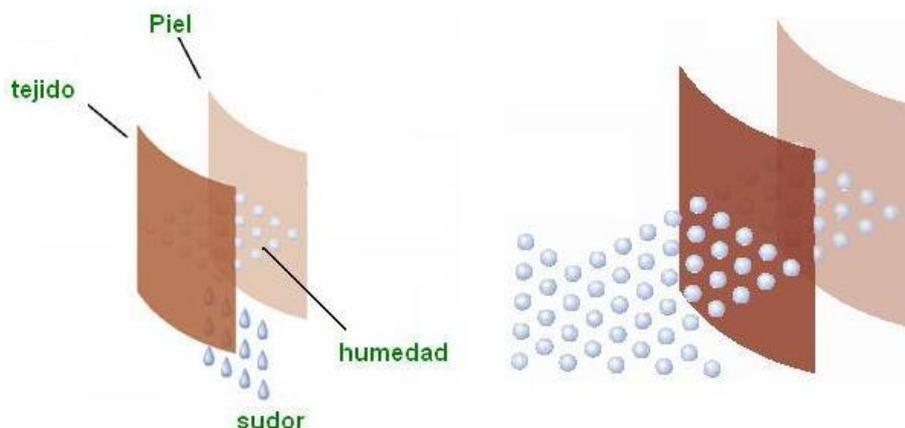
El acabado también juega un rol importante en la comodidad del tejido. El valor de escurrimiento de la tela debe ser adecuado al rápido transporte de la humedad fuera del cuerpo. Cuando la sudoración se extiende por el escurrimiento de la tela sobre una gran área, el valor de evaporación en la atmósfera se incrementa con el correspondiente efecto de enfriamiento.

Desafortunadamente, la mayoría de los suavizantes usados en el acabado dan pocas propiedades de escurrimiento de la tela. Entonces, un esfuerzo se debe hacer para seleccionar suavizante hidrofílicos, aunque estos productos generalmente no dan un tacto suave.

Utilizados en artículos constituidos por microfibras de poliamida y poliéster, con alta capacidad de transportar la humedad de la piel hacia la superficie de prenda para una rápida evaporación, con alta

suavidad, la que tiene que permanecer sólida a los lavados continuos. Otorga una sensación de confort y frescura y ayuda también a evitar el enfriamiento posejercicio.

En este acabado son usadas las modificaciones hidrófilas de los organosiloxanos basados en la unión química del resto hidrofílico a la molécula de siloxanos, de alta permanencia en el tejido.



*La tela puede actuar como una barrera al proceso de evaporación y crear condiciones de humedad causadas por condensación del vapor de transpiración entre la piel y la prenda. El acabado de transporte de humedad ayuda a transportar el vapor de agua fuera del cuerpo haciendo que se sienta comodidad y frescura; ayudando a evitar la frialdad del posejercicio.*

## REPELENCIA AL AGUA (ACABADO HIDRÓFUGO)

### La humedad en el sustrato textil

Trataremos de explicar por qué una superficie textil se humedece: Las características hidrófilas de las fibras naturales facilitan en gran medida todos los procesos de teñido y acabado, pero esta propiedad puede representar un problema en ciertas condiciones, por ejemplo, con suciedad causada por el agua (origen acuoso) o sustancias solubles en aceite (origen aceitoso), o incluso cuando el tejido debe soportar duras condiciones meteorológicas o trabajo al aire libre.

Por tanto, es crucial para conseguir una mejor comprensión de estos fenómenos para mejorar la repelencia al agua y aceite de sustratos textiles, sobre todo cuando están destinados a usos especiales (por ejemplo prendas de trabajo).

Puesto que es imposible modificar la estructura química básica de las fibras o eliminar la porosidad típica de los materiales textiles, es necesario entonces modificar las superficie y las estructuras químicas.

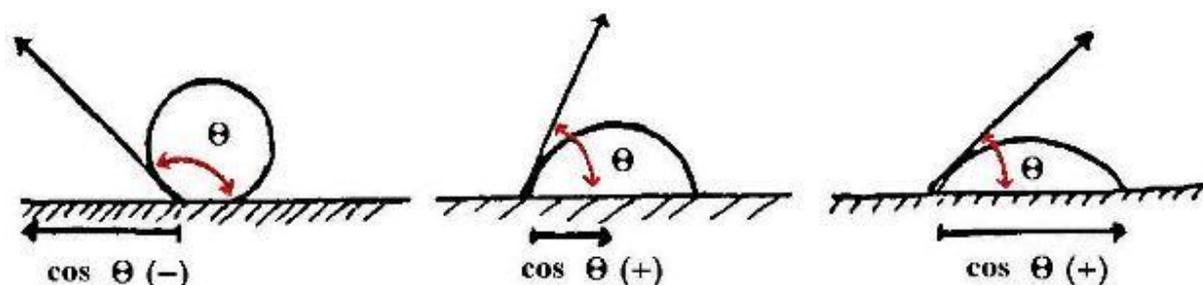
La humectación de un sustrato textil produce una modificación trifásica (sólido, fluido líquido y aire), generando al mismo tiempo tensiones en la superficie y en las inter fases.

Imagina una gota de líquido depositada sobre una superficie sólida: Las fuerzas de atracción entre sus moléculas permiten a la gota mantener su forma esférica. Si las fuerzas de atracción generadas sobre la superficie sólida en contacto con el líquido son mayores (es decir, en caso de que el sólido tiene una gran energía superficial), la tensión superficial del líquido no es suficiente para mantener la forma esférica: la gota por consiguiente se extiende sobre la superficie y se vuelve similar a una lente plana. A continuación, se adhiere a la superficie y humedece.

Para hacer que la superficie de un sólido no sea mojada por un líquido, la energía superficial del sólido debe ser inferior a la tensión superficial del líquido.

Un líquido se adhiere a un sólido debido a las fuerzas de atracción provenientes de las moléculas de la superficie del líquido y del sólido (tensión de inter fase) y es independiente de las capas moleculares subyacentes.

La humectación puede ser evaluada midiendo el ángulo de contacto formado por la intersección de la superficie del sólido y la tangente de la superficie de arco de la gota. Este ángulo se indica con el símbolo  $\theta$  (theta).



Por lo tanto:

- Si la superficie se humedece, tendremos que  $\theta < 90^\circ$  y  $0 < \cos \theta < 1$ ;
- Si la superficie se humedece poco, tendremos  $\theta > 90^\circ$  y  $-1 < \cos \theta < 0$ .

Dado que la tendencia del líquido a humedecer un sólido es inversamente proporcional al ángulo de contacto, el valor de  $\cos \theta$  se convierte en una medida directa de la propiedad de humectación.

El acabado hidrófugo permite el paso del aire pero no del agua. La repelencia al agua de los tejidos está disponible desde hace años. Al principio, los acabados tenían baja respirabilidad y poca duración a los lavados caseros y en seco. En años recientes, ha habido una mejora en la química de los repelentes del agua alifáticos reactivos, siliconas y fluor químicos. Las siliconas tienden a dar un mejor tacto, y los flúor químicos logran mejor repelencia.

La mayoría de las hidrofugaciones se realizan utilizando emulsiones de parafina con sales de aluminio. Se aplican por fulardado a  $120^\circ \text{C}$ . También se utilizan otros productos como las sales de aluminio, derivados catiónicos de ácidos grasos, siliconas.

Si se trata al tejido con disolventes se puede perder el poder hidrófugo.



## REPELENCIA Y/O LIBERACIÓN DE MANCHAS

Los tejidos por su naturaleza, superficie irregular y esponjosidad son lugares ideales para que se deposite en ellos la suciedad.

Existen distintos acabados dependiendo del tipo de suciedad que queramos evitar:

- **Antiestáticos**

Los tejidos electrostáticamente atraen el polvo, que desmejora el aspecto del tejido. Los antiestáticos son productos higroscópicos, que captan humedad y eliminan las cargas eléctricas de las fibras.

- **Repelentes a la impureza seca**

Se tratan los tejidos con óxidos metálicos que rellenan las cavidades de las fibras impidiendo que las impurezas se depositen allí, dando al tejido un color grisáceo.

- **Repelentes a la suciedad húmeda (*Anti soil*)**

Los repelentes a las manchas se usan en una variedad de telas de algodón, para prendas y hasta tapicería. La gran ventaja es que los tejidos resisten las manchas durante el uso. Cuando ocurre un derrame, esa zona puede limpiarse fácilmente, ya que la mancha se limita a la superficie y no penetra profundamente en el tejido.

- **Repelentes a las grasas, aceites y bencinas**

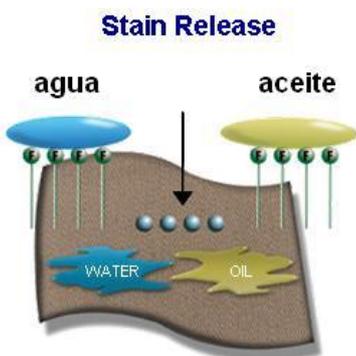
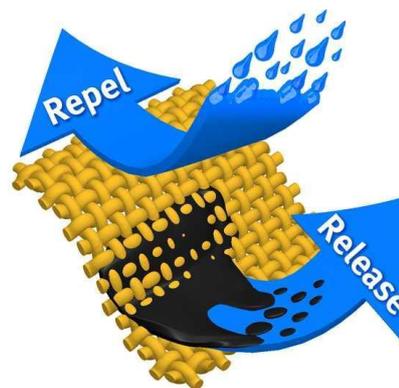
Generalmente son compuestos del flúor, empleados junto con siliconas. Este tratamiento cambia el comportamiento térmico e higroscópico de los tejidos, se suelen utilizar en cortinas, tapicerías y decoración.

- **Quita manchas. Liberación de la suciedad (*Soil release*)**

La mayoría de los consumidores desean remover las manchas durante el lavado a baja temperatura. Los acabados arriba mencionados son efectivos para repeler el manchado; sin embargo, si la mancha penetra el acabado, es muy difícil removerla. Para evitar esto, hay un acabado fluoro químico que no solamente repele las manchas, sino también promueve la liberación de ese manchado durante el lavado. La repelencia de este fluoro químico liberador de manchas no es tan buena como la de los acabados repelentes al agua y al aceite anteriores.

Este tratamiento se usa especialmente sobre fibras sintéticas y sus mezclas con fibras celulósicas. Mejora la disolución de la suciedad en el lavado doméstico.

Los acabados anti manchas normalmente se aplican con el acabado de planchado permanente, debiéndose tener cuidado en la selección de los suavizantes y otros auxiliares para que no interfieran con las propiedades *anti soil* y *soil release*.



## ANTI INFLAMABILIDAD

El término inflamabilidad se refiere a la facilidad de ignición y la velocidad de combustión de los tejidos. La inflamabilidad de los tejidos (para cortinas, forros y ropa) constituye un peligro en condiciones ordinarias de uso.

La combustión de fibras textiles está relacionada con su IOL (índice de oxígeno límite), que indica la cantidad mínima de oxígeno que la fibra necesita para arder.

Dado que el porcentaje de oxígeno en el aire es de alrededor de 21, es evidente que todas las fibras con un IOL por debajo de este nivel se queman con facilidad, mientras que aquellas con un alto IOL tenderán a no quemar. De la tabla se puede observar que el poliéster, la poliamida (ambos se funden y forman masas viscosas) y las fibras celulósicas son muy inflamables. Estas últimas, especialmente en tejidos menos compactos donde tienen un mayor contacto con el oxígeno del aire, se queman muy rápidamente si se calientan a alrededor de 350° C, temperaturas a las cuales se descomponen en sustancias volátiles altamente inflamables y residuos carbonosos.

Fibra	IOL (%)
Lana	25
Algodón	18
Rayón viscosa	20
Rayón acetato	18
Triacetato	18
Clorofibra	48
Acrílico	18 – 20
Modacrílico	22 – 28
Poliéster	20
Poliamida	20

### Factores que influyen en la inflamabilidad de los tejidos:

- A mayor punto de ignición de la fibra, menor inflamabilidad del tejido. Respecto a las fibras sintéticas podemos destacar que funden al arder y son difíciles de ignifugar. Actualmente algunas fibras sintéticas se ignifugan en su proceso de fabricación, pudiendo destacar entre ellas las fibras Trevira. Se puede reducir la inflamabilidad del algodón, por ejemplo, mezclándolo con poliéster, nylon, lana, acrílico y aramida.
- A mayor factor de cobertura del tejido, menor inflamabilidad del tejido. Donde sea posible y aceptable, se puede emplear una tela con construcción más densa.
- A mayor coeficiente de torsión del hilo, menor inflamabilidad del tejido.
- La inflamabilidad del tejido depende de los productos químicos que se le agrega. En este aspecto podemos distinguir dos métodos de aplicación de los acabados ignífugos:
  - a) Agentes químicos que no penetran en la fibra: recubren la fibra formando una película continua de naturaleza ininflamable. Son soluciones orgánicas de cloruro de polivinilo, sólo o polimerizable con acetato de vinilo.
  - b) Agentes químicos que penetran en la fibra: podemos distinguir dos tipos, los que no reaccionan con la celulosa y los que sí lo hacen.

Entre los primeros podemos encontrar:

- parafinas cloradas, que al entrar en contacto con la llama desprenden cloro con lo que disminuyen la concentración de oxígeno, básico para producir la combustión.
- Ácido bórico y bórax, que en contacto con la llama funden y forman una espuma metálica
- Sales amónicas, que actúan desprendiendo amoníaco
- Wolframato sódico, que actúa debido a su poder ininflamable.

## PROTECCIÓN ULTRAVIOLETA

Algunos problemas de salud debido a la exposición excesiva a la luz del sol brillante son el cáncer de piel, acelerado envejecimiento y cataratas. Las personas de piel clara están más propensas a estos problemas que las otras.

Debido a este hecho, investigaciones médicas han demostrado que los riesgos de lesión de la piel ocasionados por los rayos UV, no deben ser subestimados. Los principales factores que contribuyen para una mayor agresión de la piel por los rayos UV, son:

- Los cambios en las actividades de ocio, tales como deportes externos (tenis, golf, natación, carreras y caminatas, partidos de fútbol, etc.) que nos dejan expuestos por largos períodos a la luz del sol.
- Vacaciones en locales de intensa exposición solar (playas, esquiar en la nieve, etc.)
- Migración del ser humano para locales donde su tipo de piel no es compatible, por ejemplo para locales donde hay mayor intensidad de luz solar.
- La reducción de la capa de ozono, que aumenta la intensidad de la radiación UV.

### ¿Cómo interactúa la luz con la piel?

La luz solar, precisamente la irradiación UV, conduce a daños en las células y causa la inflamación de la piel. El resultado es la formación de eritemas de diferentes intensidades, dependiendo de la dosis de radiación absorbida. Lo que ocurre con el uso de protector solar, es la absorción parcial de estos rayos, disminuyendo la agresión de la epidermis por los rayos UV.

Es crucial también para la ropa de bebés y niños la protección de UV. Está probado por la Asociación de Prevención Dermatológica, que la frecuente quemadura de la piel por la luz solar, aumenta la susceptibilidad a riesgos de su salud en los años futuros.

Otro importante grupo de riesgo que merece atención, es el de las personas que trabajan en servicios externos, que sufren la incidencia de rayos UV, durante todo el día, todos los días. En fin todos estamos constantemente expuesto a la radiación solar que causa cáncer de piel.

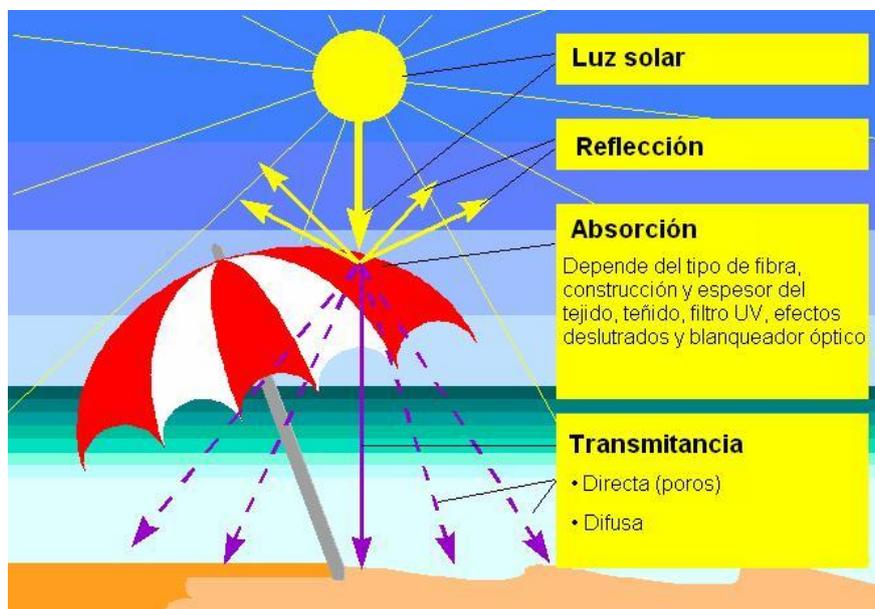
Las telas de algodón descrudadas y blanqueadas ofrecen poca protección a la radiación ultravioleta. Sin embargo, hay opciones que se pueden emplear para mejorar esta protección en las prendas de algodón.

La primera opción es modificar la construcción al aumentar el factor de cobertura. Segundo, el tejido se puede tratar con agentes que absorberán la radiación ultravioleta para prevenir que la mayoría de los rayos no alcancen la piel del usuario. Afortunadamente, los tintes directos y reactivos comúnmente usados para las telas de algodón son absorbentes eficientes cuando se aplican a un nivel para dar por lo menos un tono medianamente profundo.

Para los colores más claros o para los tejidos blancos, pueden usarse abrillantadores ópticos selectos, a un nivel de concentración suficiente para dar la protección adecuada.

Lo que ocurre al utilizar este tipo de acabado con el uso de un protector solar, es la absorción parcial de estos, disminuyendo la agresión de la epidermis por los rayos UV.

El proceso consiste en la aplicación de estos productos junto a los colorantes ya que fijan en medio alcalino.



*Comportamiento de la luz solar según las propiedades de los cuerpos donde incide, debido a su corta longitud de onda, los rayos UV atraviesan fácilmente a la mayoría de tejidos (transmitancia), la función de los acabados anti UV es incrementar las propiedades de reflectancia y absorbancia del espectro ultravioleta.*

## HUMECTABILIDAD (ACABADOS HIGROSCÓPICOS)

En artículos de algodón, favorecen el aumento de peso en los tejidos para el control de la humedad. Aumentan la esponjosidad de toallas y felpas mejorando su hidrofiliidad, esto hace que mejore la *mano*.

## IMPERMEABILIDAD

El acabado impermeable en un tejido no permite el paso del agua ni del aire, se efectúa aplicándole una fina película de una materia impermeable. Puesto que estas materias tienden a crear pequeñas burbujas que posteriormente se transforman en poros, conviene realizar dos pasadas.

Los productos empleados habitualmente son: látex, cauchos naturales (poca resistencia al envejecimiento), cauchos sintéticos, resinas acrílicas, siliconas.

## LIBERACIÓN DE AROMAS Y ABSORCIÓN DE OLORES

En años recientes se ha visto el desarrollo de algunos químicos únicos, que están encontrando un lugar en el mercado.

El beta-ciclodextrín es un compuesto que tiene una estructura tipo caja, donde otros componentes se pueden atrapar por un período de tiempo. Este químico especial o un derivado más soluble se puede fijar permanentemente al algodón con resinas reticulantes convencionales.

Un uso de esta tecnología es la liberación lenta de una fragancia deseada. Cuando el perfume se aplica a los acabados de la tela con el beta-ciclodextrin se atrapa en la estructura caja, donde se va liberando lentamente sobre un período de tiempo largo sin el beta-ciclodextrin. En un modo similar, el acabado puede ser usado para absorber malos olores mientras se usa la prenda. Estos malos olores se pueden derivar del humo del cigarro, cocina y olores del cuerpo. Durante el lavado de la prenda, estos olores ofensivos se remueven de la estructura tipo caja del ciclodextrin.

## FACILIDAD DE COSTURA

Las exigencias textiles de hoy en día fijan altas exigencias a los materiales a elaborar, debiendo, entre otras, dejarse coser en máquinas industriales de cosido de alta velocidad. Precisamente en este paso de la elaboración la materia a coser puede fácilmente dañarse.

Entre aguja de coser y fibra, así como entre los hilos individualmente, se producen en el cosido industrial fuertes efectos de fricción que provocan modificaciones térmicas o mecánicas de los hilos. Esto tiene consecuencias desfavorables, especialmente en géneros de punto, porque con el ensanchamiento de agujero de perforación producido por la aguja se debe tomar reserva de hilo de la malla vecina, lo que luego lleva, a la formación de mallas desprendidas (carreras).

Un peligro para el género a coser puede constituirlo también la misma aguja de cosido, así esta se calienta excesivamente debido a altas fuerzas de fricción y ocasiona, en caso de fibra sintética, daños por fusión.

Los productos para facilitar el cosido reducen la fuerza de penetración de la aguja, el calentamiento de aguja y la fricción hilo/metal e hilo/hilo.

Para esta finalidad se usan agentes de lisura. Todos los agentes de lisura tienen en común ser materias químicas, con una molécula de relativamente larga cadena y la propiedad de formar películas más o menos uniformes sobre el substrato textil, propiedades que reúnen los productos a base de polietilenos de alta densidad.

## MAQUINARIA

### RAMA

Por antonomasia, es la máquina para los acabados químicos de tejidos abiertos. Básicamente se compone de:

- **Foulard** (*padder*), que consta de una tina, artesa o cubeta y rodillos de exprimido. Esta unidad es la que realiza la impregnación del baño de acabado sobre el tejido.
- **Campos de temperatura**, de construcción modular y número variable, emiten el calor necesario para eliminar la humedad del tejido que no fue retirado por los rodillos del foulard (110 – 120° C), además alcanzan temperaturas mayores para el curado de resinas de reticulación (160 –180° C) o para el termofijado de fibras termoplásticas (180° - 210° C).

Pueden trabajar mediante gas, resistencias eléctricas, o radiofrecuencia.

Como la velocidad del tejido determina el tiempo de exposición del mismo a las altas temperaturas de los campos, se regula según el artículo y el proceso.

Es al ingreso a los campos que se puede controlar el ancho, encogimiento, inclinación de las tramas y/o cursas y densidad del tejido mediante la alimentación y el ancho de la máquina. A la salida de la rama, la tela puede ser enrollada o plegada.

La humedad residual del tejido a la salida de la rama debe ser cercana al regain estándar del mismo, para optimizar el proceso y reducir problemas. Por ejemplo: si a la salida de la rama un artículo de

algodón tiene un contenido de humedad de 4%, la tela sale muy reseca y se estaría desperdiciando combustible innecesariamente; por el contrario, si el contenido de humedad fuese 10%, la tela estaría demasiado húmeda, que determinaría un gramaje alto y ficticio.<sup>8</sup>

## Procesos

La rama es una máquina versátil, pues se la emplea para realizar:

- **Termofijado**

Proceso de preparación a la tintorería, donde por medio de calor se fija el ancho de artículos que contienen fibras termoplásticas y licra.

- **Acabado químico**

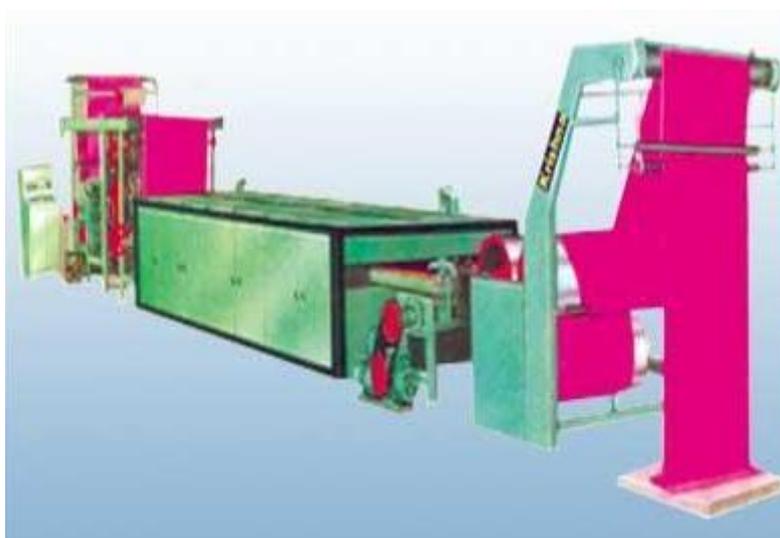
El proceso tiene dos etapas llevadas a cabo de manera continua, la primera en el foulard impregnando la tela y la segunda sometiéndola al calor para el secado y/o curado del producto químico.

- **Secado**

Por poseer los campos de calor, se le emplea para realizar el secado post teñido de ciertos artículos.

- **Otras operaciones**

Puede ejecutar procesos específicos como: quemado de algodón en acabados *devoré*, anchado, reducción de la oblicuidad de la trama o pasadas.



Máquina rama

### Principales defectos

- Defectos de apariencia

- **Marcas de grasa**

Las cuales se producen por el contacto con zonas con grasas al interior de la zona de secado.

---

<sup>8</sup> En el libro sobre fibras textiles de esta colección (II) se indica que el regain estándar para un tejido de algodón ronda el 7%. También se muestra cómo calcular el regain de un material a partir del dato del contenido de humedad.

- **Aglobamiento**  
El cual se produce por una excesiva alimentación de la tela en la rama.
- **Mal corte de orillos**  
Se produce cuando las cuchillas a la salida de la rama no se encuentran en buen estado, obteniéndose un corte irregular.
- Defectos de característica
  - **Encogimiento fuera de estándar**  
El cual puede deberse a los procesos anteriores o al rameado en sí. El encogimiento puede corregirse en gran medida con la alimentación.
  - **Inclinación fuera de estándar**  
Se presenta cuando un lote presenta piezas con diferente inclinación, o sino todas las piezas se encuentran con inclinación fuera de estándar.
  - **Rapport fuera de estándar**  
Cuando una o más piezas presentan rappores variables o fuera de estándar.
  - **Tono fuera de estándar**  
Debido a los productos del acabado y a las altas temperaturas, el tono de la tela se ve afectado, por lo cual en todos casos existe una variación entre el tono que ingresa a la rama y el tono de salida. En el caso de los blancos, esto se denota con mayor gravedad puesto que el acabado con resina disminuye considerablemente el grado de blancura de la tela.
  - **Densidad**  
Puede deberse a procesos anteriores o a una mala calibración de la rama. Guarda una estrecha relación con el metraje de la tela.

## INFLUENCIA DE LOS ACABADOS QUÍMICOS

El propósito del ennoblecimiento textil es brindar a los artículos determinadas propiedades ventajosas para su uso final. Sin embargo, estos mismos tratamientos también pueden causar efectos indeseables de dos tipos: mecánico-tecnológico (por ejemplo, disminución de resistencia) o de apariencia (por ejemplo, cambios en el tono y disminución de la solidez de color).

Aquí se explicará la influencia que los tratamientos de acabado pueden tener en los artículos teñidos y estampados, aunque sólo en términos generales. En muchos casos el problema está relacionado no sólo con el tipo, sino también a la cantidad de agente reticulante (resina), así como el método de aplicación y la composición de la receta general, que también incluye catalizadores y aditivos. También hay que recordar que no es posible establecer normas sobre este tema, ni generalizar sobre colorantes de cierta clase o variedad determinada.

Por lo tanto, incluso la siguiente información, que se basa en la experiencia adquirida y los resultados de proyectos de investigación, es sólo orientativa: por lo tanto, recomendamos que el área de Acabados, por cuestiones de seguridad, realice ensayos bajo condiciones normales de trabajo.

Las influencias de acabado en tejidos teñidos se describen en el caso de fibras celulósicas, pero son convenientemente adecuadas incluso para las mezclas con fibras sintéticas.

**i. Color**

El color en los artículos teñidos y estampados puede estar más o menos influenciado por los tratamientos de acabado, con posibilidad de ocurrir variaciones en el tono y la intensidad. Los colorantes en sí mismos, los productos de acabado y las condiciones de trabajo son responsables de esto.

Los agentes reticulantes por sí solos son de importancia secundaria para el cambio de color, pues no causan una variación en el tono en la mayoría de los casos.

Por otro lado, la influencia de los catalizadores es totalmente diferente. Los resultados más favorables se obtienen usando cloruro de cinc o cloruro de magnesio. El nitrato de zinc compromete el tono sólo en algunos casos, mientras que el cloruro de amonio, así como hidroclouros orgánicos (por ejemplo 2-amino-2-metilpropanol-hidrocloruro) puede causar un cambio de color apreciable.

Los aditivos y las condiciones de condensación tienen menor trascendencia, sin embargo, estos factores no deben ser pasados por alto.

Para trabajar de manera segura, es necesario realizar ensayos de acabados en los laboratorios para verificar que los colorantes y productos de acabado son adecuados para las condiciones de cada caso.

**ii. Metamerismo**

Esta es una característica de la tintura, que puede acentuarse por el acabado.

Incluso los catalizadores resaltan el metamerismo de algunos de los colorantes sensibles y por esta razón se desaconseja el empleo de sales de amonio, éstas deben ser substituidas con sales de zinc o cloruro de magnesio.

Por último, para tratar de resolver este problema en los teñidos, se recomienda emplear colorantes que no sean metaméricos tanto como sea posible.

**iii. Solidez a la luz**

En colorantes reactivos y directos, puede reducirse de una manera más o menos importante en el acabado.

En general, los colorantes tina no son influidos con algunas excepciones, entre ellas algunos leuco-ésteres que deberían sin embargo estar siempre sujetos a controles previos.

Teniendo en cuenta, sin embargo, que en la práctica la determinación de solidez a la luz implica disposición de tiempo, se recomienda el empleo de colorantes con un alto nivel de solidez, así como de productos de acabado que podrían afectar sólo de forma muy leve.

Comparando diversos tratamientos de acabado de telas teñidas, se observa que los agentes de reticulación por sí solos ejercen una influencia diferenciada en solidez a la luz, incluso cuando se aplican sin catalizadores (por lo tanto, la reacción de reticulación no puede ocurrir). Se puede concluir entonces que el catalizador no influye en la solidez.

**iv. Solidez al frote**

Se ve afectada por determinados productos, principalmente en el caso de los textiles teñidos con colorantes dispersos (poliéster, acetato). De estos productos, citamos los de preparación para tejer, aceites para el bobinado, suavizantes y agentes repelentes al agua.

A menudo tal reacción resulta evidente sólo después de un almacenamiento prolongado de los productos teñidos. Generalmente, la solidez al frotamiento no está influenciada por los agentes de reticulación y catalizadores.

A veces, una abrasión de la fibra es erróneamente confundida con mala solidez al frote.

Este inconveniente es por otra parte debido a una acumulación del producto de acabado, que puede provocar cierta fragilidad de las fibras de celulosa en la superficie del tejido. Para evitar este problema se deberá observar lo siguiente:

- Llevar a cabo las operaciones de chamuscado con precisión, para eliminar la vellosidad;
- Evitar errores en el blanqueo, que provocan daños en las fibras;
- Utilizar cantidades óptimas de agentes de reticulantes, de no provocar fragilidad excesiva de la fibra;
- Mantener las condiciones ideales para el secado post impregnado y evitar que la operación se lleve a cabo demasiado rápido.

#### v. **Solideces en húmedo**

Los tratamientos de acabado actúan favorablemente sobre las solideces en húmedo (al lavado, al agua, al sudor). En la mayoría de los casos, las mejoras notables pueden observarse, especialmente para los colorantes sustantivos, donde en el caso de tonos claros el uso de productos catiónicos para tratamientos posteriores (con el fin de aumentar la solidez al lavado) a menudo es innecesario. Por el contrario, se produce una reducción significativa en la solidez a la luz.

## **ENSAYOS SOBRE TEJIDOS**

### **RESISTENCIA DE TEJIDOS**

#### **Introducción**

Las razones para llevar a cabo ensayos de resistencia sobre tejidos son numerosas y variadas, por ejemplo:

- Comprobar que el tejido cumpla las especificaciones de calidad.
- Observar los efectos de ciertos cambios en la estructura de las telas.
- Observar los efectos de los tratamientos físicos y químicos, de la exposición a la intemperie, de los lavados y demás.
- Tener una idea del desempeño del tejido durante el uso final.
- Analizar las causas de defectos en el tejido y los reclamos de clientes.
- Ayudar en el diseño de un tejido para propósitos específicos.
- Estudiar la interacción entre las propiedades de la fibra, hilo y tejido.

#### **Factores que influyen en la resistencia de los tejidos**

Por lo general en la resistencia de los tejidos influyen una serie de factores relacionados a:

- Fibra: tipo, longitud, finura, composición porcentual (si hubiera mezcla).
- Hilado: densidad lineal, torsión, sistema de hilatura.
- Tejido: tipo de tejido (de calada, de punto, o no tejido), coeficiente de ligadura (de calada), longitud de malla (de punto), densidad.
- Acabado: tipo (físico o químico), presencia de alguna cobertura posterior a la tejeduría.

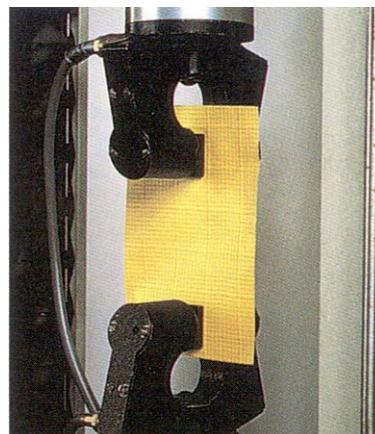
## RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Se entiende por resistencia a la tracción a la fuerza necesaria aplicada en dirección paralela del plano del tejido hasta lograr su ruptura.

Es la propiedad funcional más importante de los tejidos y junto con el alargamiento a la ruptura es ampliamente utilizada para el control de la calidad de telas.

Cuando un tejido es estirado en una dirección bajo el efecto de una fuerza, primero la ondulación disminuye en dicha dirección, luego los hilos de la estructura empiezan el aguantar de la carga y se reduce el alargamiento relativo del tejido. Mientras, los hilos de urdimbre y de trama ejercen fuerzas entre sí en los puntos de ligadura.

El equipo utilizado es el dinamómetro para tejidos, del cual existen muchos tipos (CRT, CRE y CRL). Todos ellos constan de dos partes esenciales: una para medir la resistencia y otra para medir el alargamiento a la rotura. En los dinamómetros modernos existe una tercera parte que tiene por objeto registrar los diagramas de alargamiento, o deformación a la rotura de dichas muestras.



### MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Dentro de los ensayos de resistencia a la tracción de tejidos pueden diferenciarse dos principales métodos:

- Método de agarre
- Método de la tira

Para ambos métodos, se debe regular el dinamómetro para que la rotura del tejido ocurra a los 20 segundos de iniciado el análisis, con una tolerancia de  $\pm 3$  segundos; para lograr esto posiblemente sea necesario realizar ensayos previos hasta lograr esta condición.

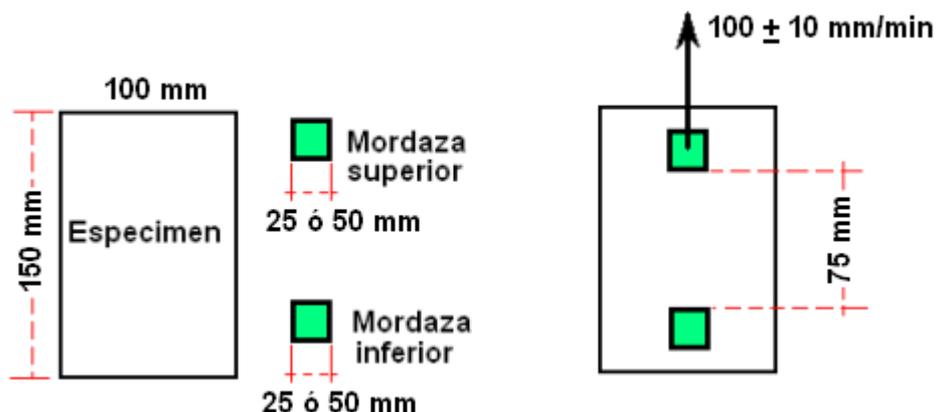
#### Método de agarre

También llamado *Grab test*. Se subdivide en los procedimientos de ensayo de agarre y de agarre modificado.

El procedimiento para el ensayo de agarre se aplica a tejidos de calada y telas no tejidas, mientras que el método de agarre modificado se usa principalmente para telas de tejido plano. Ambas variantes de este método no se recomiendan para telas con fibra de vidrio, para géneros de punto y para tejidos que tienen una elongación mayor de 11%.

Cada espécimen a analizar mide 150 mm por 100 mm, con el lado más largo en dirección paralela a la serie de hilos que se analiza. Las muestras se sujetan en las mordazas superior e inferior del dinamómetro con una distancia de 75 mm entre ellas. El área efectiva de las mordazas es de 25 mm ó 50 mm. La velocidad de desplazamiento de las mordazas se debe regular a 100 mm por minuto, con una tolerancia de  $\pm 10$  mm por minuto.



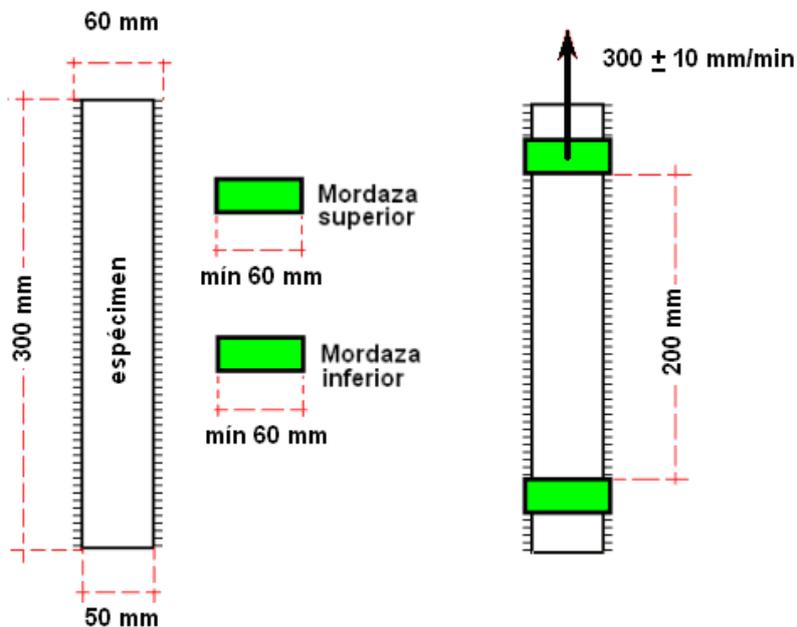


### Método de la tira

También llamado *strip method*. Se subdivide en los procedimientos de ensayo de tira deshilada y de tira cortada.

El procedimiento para el ensayo de tira deshilada se aplica a tejidos de calada, mientras que el método de tira cortada se aplica a telas no tejidas y telas revestidas. Ambas variantes de este método no se recomiendan para géneros de punto y para tejidos que tienen una elongación mayor de 11%.

Cada espécimen a analizar mide 300 mm por 60 mm, con el lado más largo en dirección paralela a la serie de hilos que se analiza. Las muestras se sujetan en las mordazas superior e inferior (ambas con un ancho de por lo menos 60 mm) del dinamómetro con una distancia de 200 mm entre ellas. La velocidad de desplazamiento de las mordazas se debe regular a 300 mm por minuto, con una tolerancia de  $\pm 10$  mm por minuto.



## PROCEDIMIENTO GENERAL

### Muestreo

*Muestra de lote.* Tomar una muestra del lote conforme a las especificaciones, si no hubiera alguna, se selecciona aleatoriamente un número de rollos (o piezas) que constituirán la muestra del lote; de acuerdo al siguiente programa:

Número de rollos o piezas del lote (Tamaño del lote)	Número de rollos o piezas de la muestra (Tamaño de la muestra de lote)
1 a 3	Todos
4 a 24	4
25 a 50	5
más de 50	10% del tamaño de lote hasta 10 piezas o rollos como máximo

*Muestra de laboratorio.* De cada rollo o pieza de la muestra de lote, cortar al menos una muestra a todo lo ancho del tejido y 1 metro a lo largo del orillo.

### Preparación de los especímenes

De cada muestra de laboratorio tomar cinco especímenes en la dirección de la urdimbre y ocho especímenes en la dirección de la trama, con las medidas conforme al método empleado.

### Acondicionamiento de los especímenes

Acondicionar los especímenes en atmósfera normal de ensayo ( $21^{\circ} \text{C} \pm 2^{\circ} \text{C}$ ,  $65\% \pm 2\%$  de H.R.) de acuerdo a la siguiente tabla:

Fibra	Periodo mínimo de acondicionamiento (horas)
Fibras animales (por ejemplo lana y proteínas regeneradas)	8
Fibras vegetales (por ejemplo algodón)	6
Rayón viscosa	8
Acetato	4
Fibras con regain menor de 5% a 65% de H.R.	2

### Procedimiento

Estando todos los órganos del equipo en la posición inicial, se coloca el espécimen de tejido entre las mordazas del dinamómetro y se pone éste en funcionamiento. A medida que una de las mordazas se desplaza, se va registrando la fuerza o carga que se aplica sobre la muestra. Cuando el tejido se rompe, queda indicada la resistencia a la tracción del mismo en unidades de fuerza (kilogramos-fuerza, libras-fuerza, Newton). Asimismo, el indicador de alargamiento registra su valor en milímetros ó en porcentaje.

Después de anotar los resultados obtenidos se retiran los restos del espécimen ensayado, las mordazas retornan a la posición inicial, se coloca otro espécimen y se comienza un nuevo ensayo. Por último se obtiene el valor promedio de los resultados obtenidos.

### Recomendaciones

- Cuando se trate de buscar la resistencia por trama es conveniente cortar especímenes de los dos extremos del tejido (orillos) para tener una medida más real, pues pueden existir diferencias de número, torsión, etc. de los hilos.
- En cuanto a la longitud de los especímenes es recomendable que ésta no sea demasiado pequeña, pues si quedasen un poco inclinados entre las mordazas podrían romperse por un lado antes que por el otro y dar resultados inferiores a los reales. Cuanto mayor sea la longitud de la muestra menos influencia tendrá en el resultado la mala colocación de la misma; no obstante, sea cual fuere esta longitud, hay que poner especial cuidado en colocarla perfectamente vertical entre las mordazas.
- Al colocar la muestra entre las mencionadas mordazas puede quedar unas veces con tensión mayor o menor respecto a otras muestras, pudiendo dar así alargamientos no reales. Para evitar estas diferencias de tensión en la colocación del espécimen es recomendable fijarlo primero en la mordaza superior y luego colocarle un peso, por medio de una pinza, en el extremo inferior de la tira antes de ajustar la mordaza inferior.
- Al ajustar las dos mordazas es recomendable realizar unas marcas sobre la muestra, para observar si ha ocurrido un deslizamiento de la muestra entre las mordazas, producto de la fuerza aplicada en el ensayo. Un resbalamiento del espécimen nos conducirá a un resultado erróneo en la determinación de la fuerza y el alargamiento a la rotura.

### Expresión de resultados

A manera de ejemplo se muestra a continuación los reportes para un tejido de calada realizado bajo la norma ASTM D 5034, para la serie de urdimbre y trama:

Test No	Force @ Break (kgf)	Fuerza @ Peak (kgf/mm)	Elong. @ Break (mm)	% Elongation @ Break (mm)
1	42.630	1.7052	13.942	5.5768
2	38.830	1.6168	13.999	5.5996
3	39.910	1.5964	9.300	3.7200
4	40.220	1.6088	11.341	4.5364
5	43.420	1.7368	13.250	5.3000
Min	38.830	1.5964	9.300	3.7200
Mean	41.002	1.6528	12.366	4.9466
Max	43.420	1.7368	13.999	5.5996
S.D.	1.938	0.0637	2.024	0.8095
C. of V.	4.73	3.85	16.37	16.37
L.C.L.	38.596	1.5737	9.854	3.9414
U.C.L.	43.408	1.7319	14.879	5.9517

*Reporte de la urdimbre de un tejido de calada, método GRAB*

Test No	Force @ Break (kgf)	Fuerza @ Peak (kgf/mm)	Elong. @ Break (mm)	% Elongation @ Break (mm)
1	47.530	1.9012	12.036	4.8144
2	50.390	2.0156	12.388	4.9552
3	50.830	2.0332	9.581	3.8324
4	46.920	1.8768	11.069	4.4276
5	48.830	1.9532	11.830	4.7320
6	50.430	2.0172	12.094	4.8376
7	49.080	1.9632	12.739	5.0956
8	51.470	2.0588	13.486	5.3944
Min	46.920	1.8768	9.581	3.8324
Mean	49.435	1.9774	11.903	4.7611
Max	51.470	2.0588	13.486	5.3944
S.D.	1.623	0.0649	1.170	0.4681
C. of V.	3.28	3.28	9.83	9.83
L.C.L.	48.078	1.9231	10.925	4.3698
U.C.L.	50.792	2.0317	12.881	5.1525

*Reporte de la trama de un tejido de calada, método GRAB*

## NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS

*NTP 231.032 Tejidos. Ensayos de Tracción*

*ASTM D 5034 Método de Ensayo Estándar para Resistencia a la Rotura y Alargamiento de Tejidos Textiles (Ensayo de Agarre)*

*ASTM D 5035 Método de Ensayo Estándar para Fuerza de Rotura y Alargamiento de Tejidos Textiles (Método de la Tira)*

## RESISTENCIA AL ESTALLIDO

En algunos casos se desea analizar un tejido por aplicación de una carga en varias direcciones en lugar de una sola (como es el caso de los ensayos de resistencia a la tracción). Las razones de esta preferencia pueden deberse a las dificultades asociadas con otros métodos de ensayo o quizás a que el tejido recibirá simultáneamente durante su uso, tensiones en varias direcciones.

Las telas para filtros, sacos, bolsas, redes y paracaídas son ejemplos de tejidos que soportan esfuerzos en todas las direcciones. Los no tejidos – donde no se ha definido un único sentido – como fieltros y telas con ligado de fibras pueden ser convenientemente analizados en su resistencia al estallido.

La presión en un fluido es ejercida en todas las direcciones y la ventaja de este fenómeno se emplea en el eclatómetro hidráulico o neumático.

Además, los especímenes de géneros de punto son especialmente difíciles para analizar en forma de tira debido a su elevada

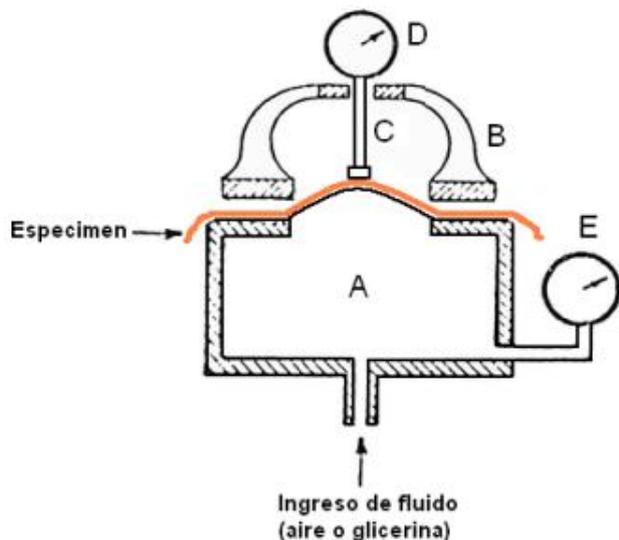


elongación a lo largo, en detrimento de su anchura, es decir, presentan una excesiva deformación de sus dimensiones originales.

Por lo anteriormente expuesto, la resistencia al estallido se aplica sobre una amplia variedad de tejidos, y es idónea para ensayar géneros de punto y telas elásticas.

La resistencia al estallido de un tejido viene a ser la presión necesaria para provocar su ruptura por distensión con una fuerza aplicada en ángulo recto bajo condiciones específicas.

El instrumento que se emplea recibe el nombre de eclatómetro – *bursting tester*, en inglés – y consta,



en esencia, de una cámara A que por su parte inferior comunica con un depósito de fluido (glicerina o aire). En su parte superior tiene una abertura circular perfectamente tapada con una fina membrana de caucho con gran capacidad de expansión; encima de A se ajusta hermética y fuertemente una corona transparente B, por el centro superior de ésta pasa una varilla metálica C que por su parte inferior se apoya en el centro de la membrana de caucho y por la parte superior comunica con un medidor de altura D; en comunicación con el recipiente A hay un manómetro E para medir la presión del interior de la cámara.

Las unidades de presión se expresan en  $\text{kg/cm}^2$ , atmósferas, kPa, PSI, etc.

La diferencia entre la presión total requerida para la ruptura del espécimen y la presión

requerida para inflar el diafragma es reportada como resistencia al estallido.

En los eclatómetros hidráulicos se emplea glicerina químicamente pura (96%) – también se acepta el empleo de etileno glicol – con un flujo constante de  $95 \pm 5 \text{ ml/min}$ .

En los eclatómetros neumáticos se debe regular la válvula de ingreso de aire para que las muestras estallen en un tiempo de  $20 \pm 5$  segundos.

## PROCEDIMIENTO GENERAL

### Preparación de los especímenes

De cada muestra de laboratorio tomar diez especímenes, cada uno debe contener hilos de urdimbre y trama diferentes, o columnas y cursas distintas.

### Acondicionamiento de los especímenes

Acondicionar los especímenes en atmósfera normal de ensayo ( $21^\circ \text{C} \pm 2^\circ \text{C}$ ,  $65\% \pm 2\%$  de H.R.) de acuerdo a la siguiente tabla:

Fibra	Periodo mínimo de acondicionamiento (horas)
Fibras animales (por ejemplo lana y proteínas regeneradas)	8
Fibras vegetales (por ejemplo algodón)	6
Rayón viscosa	8
Acetato	4
Fibras con regain menor de 5% a 65% de H.R.	2



## RESISTENCIA A LA PERFORACIÓN



En este ensayo se somete al tejido a la acción de una esfera de acero, que ejerce una carga en sentido perpendicular al plano del tejido. Se realiza en un dinamómetro con un juego de accesorios consistente en una mordaza inferior que sujeta y mantiene horizontal al espécimen y un vástago superior que remata en una billa de 1" de diámetro, que va descendiendo gradualmente sobre la muestra.

La fuerza necesaria para producir el reventado del tejido será la resistencia del mismo.

La norma relacionada a este ensayo es la *ASTM D 3787 Método de Ensayo Estándar para Resistencia al Estallido de Tejidos Textiles – CRT, Ensayo de Estallido con Esfera*.

## RESISTENCIA AL DESGARRE

Llamada también *resistencia al rasgado*, o *al desgarramiento*; es una propiedad que determina la resistencia del material a una acción de una fuerza estática (un ensayo de desgarre estático) o una fuerza cinética (un ensayo de desgarre dinámico).

Viene a ser la fuerza requerida para propagar un desgarre, a través de una distancia y a partir de un corte en un tejido, bajo condiciones específicas de carga.

La importancia de la resistencia al desgarramiento de un tejido depende de su uso final: por lo general un tejido que se rasga fácilmente es considerado un producto inferior excepto cuando sea esencial un fácil rasgado por ejemplo, en vendas y cintas adhesivas.

El ensayo para tejidos se realiza en diversos tipos de dinamómetros, las dimensiones de las muestras, la forma de sujeción y la longitud del desgarre también son variadas, según la norma a aplicar.

## MÉTODOS DE ENSAYO

Existen varios métodos aceptados por la industria para la determinación de este tipo de resistencia:

### A. ENSAYOS DE DESGARRE ESTÁTICOS

En todos los métodos, la muestra se desgarra a velocidad constante hasta el final de la distancia de medición.

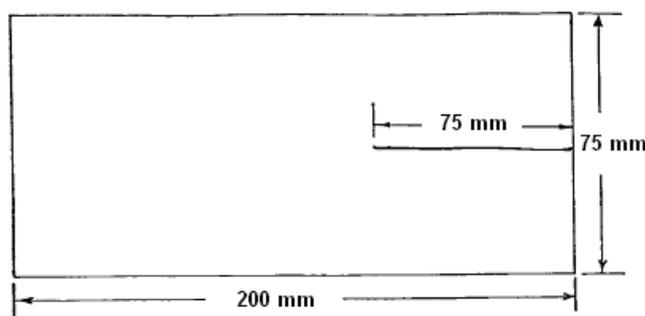
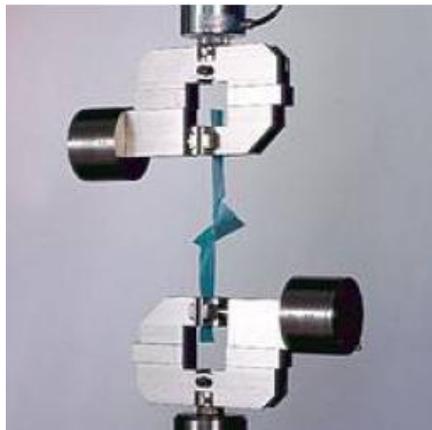
Los métodos estáticos difieren entre sí en la preparación de muestras y la forma de sujeción, la dirección del desgarre en relación con la fuerza que actúa, la distancia entre las mordazas, y así sucesivamente.

## Método de la lengüeta (desgarre simple)

La norma técnica relacionada es la *ASTM D-2261 Standard Test Method for Tearing Strength of Fabrics by the Tongue (Single Rip) Procedure (Constant-Rate-of-Extension Tensile Testing Machine)*.

Las dimensiones de los especímenes de ensayo son de 75 mm de ancho por 200 mm de largo. Los hilos que conforman la dimensión menor son sujetos al análisis. Un corte longitudinal de 75 mm es realizado en el centro de la dimensión más corta del espécimen, cuyos extremos (lengüetas) son fijados entre las mordazas del dinamómetro.

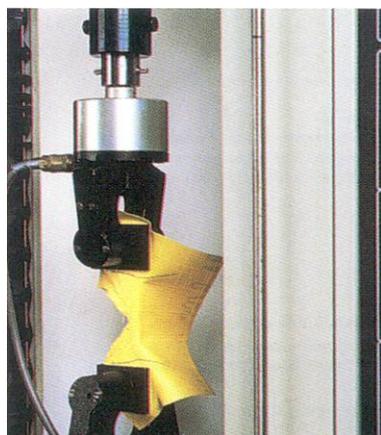
La distancia entre las mordazas se fija en  $75 \pm 1$  mm. Asimismo, la velocidad de desplazamiento de las mordazas se regula a  $50 \pm 2$  mm/min, en algunos casos puede graduarse a  $300 \pm 10$  mm/min.



Especimen para el ensayo de desgarre de tejidos, ASTM D 2261

## Método del trapecio

La norma técnica relacionada es la *ASTM D-5587 Standard Test Method for Tearing Strength of Fabrics by Trapezoid Procedure*.



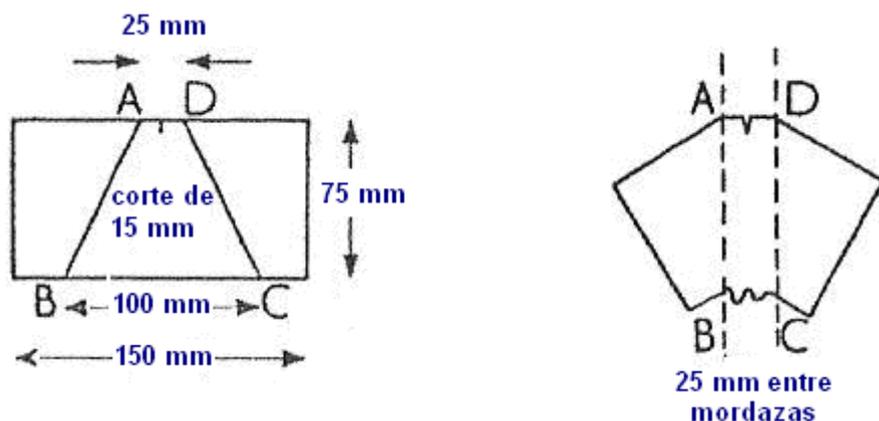
Los especímenes son extraídos de la muestra de laboratorio, tanto en el sentido de la trama y de la urdimbre, usando plantillas especiales para el corte. El ancho del espécimen es de 75 mm y una longitud máxima de 150 mm, la serie de hilos a analizarse debe ser paralela a la longitud mayor de la muestra.

El trapecio tiene una altura de 150 mm y las bases de 100 mm y 25 mm respectivamente.

Las líneas AB y CD, son marcadas en el espécimen para facilitar la sujeción en las mordazas del dinamómetro. Un pequeño corte de 15 mm es realizado en el tejido a la mitad de la línea AD; punto donde se inicia el desgarre.

La distancia entre las mordazas se fija en 25 mm, y la velocidad de desplazamiento de las mismas se regula a  $300 \pm 10$  mm/min

Si durante la prueba de desgarre, el espécimen se desliza entre las mordazas o cuando el desgarre se desvía más de 6 mm de la proyección de la ranura o corte original, se descarta el ensayo. Los resultados de los ensayos defectuosos no deben tomarse en cuenta para la tabulación de los datos.



Especimen para el ensayo de desgarre de tejidos, ASTM D 5587

Otras normas relacionadas con los ensayos estáticos son:

- *NTP 231.139 Ensayo de resistencia al rasgado*. Es aplicable para tejidos de calada, pudiendo estar éstos aprestados (acabados) o recubiertos (siempre que sea posible referenciar exactamente la dirección de los hilos de urdimbre y trama). En general contempla el empleo de cualquier dinamómetro, 5 muestras en el sentido de la trama y 5 en el sentido de la urdimbre, con medidas según el tipo de equipo empleado, todas con un corte inicial de 80 mm de longitud partiendo del centro de uno de los lados de menor dimensión y paralelo al de mayor dimensión.
- *ASTM D-2262 Test Method for Tearing Strength of Woven Fabrics by the Tongue (Single Rip) Method (Constant-Rate-of-Travel Tensile Testing Machine)*
- *ASTM D-4533 Standard Test Method for Trapezoid Tearing Strength of Geotextiles*

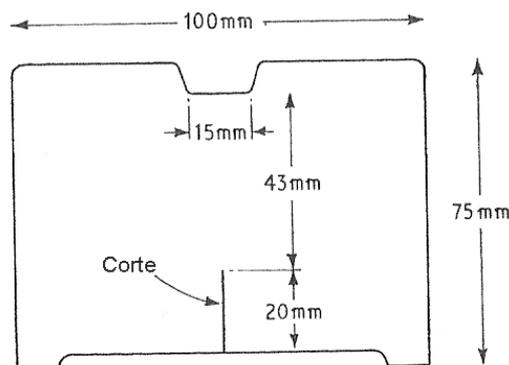
## B. ENSAYOS DE DESGARRE DINÁMICOS

### Método Elmendorf

Los ensayos de desgarre descritos anteriormente son normalmente llevados a cabo con una baja velocidad de separación entre las mordazas que sujetan el tejido, pero en la práctica, el desgarre de un tejido es producido accidentalmente a velocidades elevadas. La acción rápida de un ensayo balístico puede – por lo tanto – ofrecer una aproximación más cercana a la resistencia al desgarre real de un tejido.

El principal elemento del ensayo de desgarre dinámico es un péndulo balístico (tipo Elmendorf), mediante el cual la fuerza se aplica de forma súbita a un espécimen adecuadamente preparado. Éste se monta entre dos mordazas, una fija y la otra móvil. La mordaza móvil está conectada a un péndulo, que cae debido a la fuerza de gravedad, y la muestra se rompe por el desplazamiento de la mordaza móvil.

La longitud de corte inicial de la muestra es de  $20 \pm 0,5$  mm y la longitud del desgarre es de  $43 \pm 0,5$  mm.



La norma técnica relacionada es la *ASTM D-1424 Standard Test Method for Tearing Strength of Fabrics by Falling-Pendulum Type (Elmendorf) Apparatus*.

Para el cálculo de la resistencia al desgarre mediante este método, se emplea la siguiente ecuación:

$$F = \frac{L_e \times C_{m\acute{a}x}}{100}$$

Donde:  $F$  : Fuerza al desgarre (cN, g-f)

$L_e$  : Lectura en la escala

$C_{m\acute{a}x}$  : Capacidad máxima del equipo (cN, g-f)



Dinamómetro Elmendorf analógico Qualitest ELM-6400



Dinamómetro Elmendorf electrónico Thwing-Albert ProTear

Cod. Muestra	151	Nom. ensayo	ASTM D 1424
Artículo	Sarga 3/1	Capac. Máx.	640 cN
Composición	100% Co		

Nº de ensayo	Lectura escala [cN]		F. desgarre [cN]	
	Urdimbre	Trama	Urdimbre	Trama
1	320	250	2048	1600
2	360	260	2304	1664
3	340	270	2176	1728
4	320	250	2048	1600
5	350	270	2240	1728
<b>Promedio</b>	338	260	2163,2	1664
<b>Desv. Estándar</b>	17,89	10	114,49	64
<b>C.V %</b>	5,3	3,8	5,3	3,8
<b>Valor máximo</b>	360	270	2304	1728
<b>Valor mínimo</b>	320	250	2048	1600

Reporte de un ensayo de desgarre Elmendorf

## RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

La abrasión no es más que el desgaste que sufre un cuerpo debido a su rozamiento contra una superficie. Es muy importante el ensayo de la resistencia de los tejidos a la abrasión o frote, para tener una idea de su durabilidad durante el uso.

La abrasión puede ser clasificada de la siguiente manera:

- **Plana.** Cuando un área plana de una muestra es sometida a la acción de frote
- **En el doblés.** Por ejemplo, el tipo de desgaste que se produce en el cuello y los pliegues de una prenda.
- **Con flexión.** En este caso la fricción es acompañada de fuerzas de flexión.

Para efectuar dichos ensayos existen gran variedad de aparatos; en esencia, todos ellos constan de dos partes: una generalmente fija, en donde se coloca el tejido a ensayar, y otra móvil, que roza con el tejido y que constituye el órgano abrasivo.

Unos puntos importantes requieren consideración antes de llevar a cabo estos ensayos, entre ellos mencionamos:

- Instrumento.** La selección de éste depende del tipo de abrasión (las mencionadas anteriormente) que queramos evaluar.
- Movimiento.** Determina el tipo de desgaste que sufrirá el tejido, puede ser rectilíneo, circular o multidireccional.
- Agente abrasivo.** Mientras más áspero sea, mayor será la abrasión.
- Presión del elemento abrasivo sobre el espécimen.** A mayor presión sobre el espécimen, habrá mayor desgaste.

## TIPOS DE ENSAYO

### Método Martindale

*ASTM D-4966 Standard Test Method for Abrasion Resistance of Textile Fabrics (Martindale Abrasion Tester Method)*

Las muestras tienen sección circular de 38 mm de diámetro. Éstas son sometidas a ciclos de movimientos oscilantes con una presión  $9 \pm 0,2$  kPa (tejidos para prendas) ó  $12 \pm 0,3$  kPa (tejidos para tapicería), en contacto con un tejido estándar de lana peinada como elemento abrasivo.

El ensayo se detiene cuando:

- Si la muestra es un tejido de calada, aparecen sobre la superficie de la misma dos o más hilos rotos. Si la muestra es un género de punto, cuando aparece un agujero sobre la superficie.
- El cambio en la apariencia de la muestra es significativo, o se observa un cambio de color de grado 3 en la escala de grises.

El número de ciclos es registrado, así como el peso perdido de la muestra sometida al ensayo, como porcentaje del peso inicial.

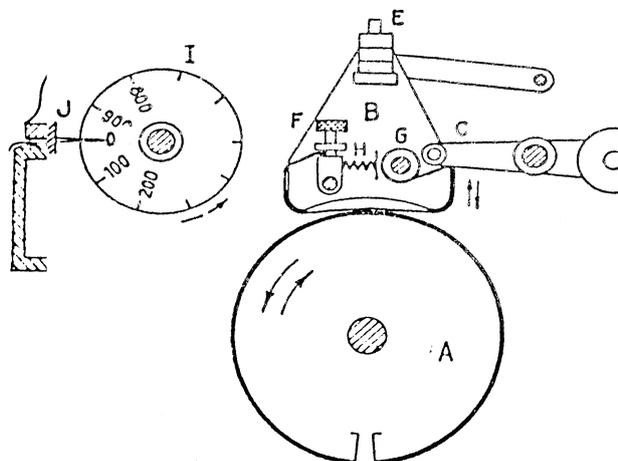


## Método del cilindro oscilante

La norma relacionada es la *ASTM D-4157 Standard Test Method for Abrasion Resistance of Textile Fabrics (Oscillatory Cylinder Method)*

Este método tiene por objeto determinar la resistencia a la abrasión de los tejidos, sometiendo el espécimen a la acción de un rozamiento unidireccional bajo condiciones conocidas de presión, tensión y acción abrasiva.

El aparato consta de un cilindro oscilante seccionado, equipado con mordazas en sus bordes, que permiten colocar una hoja de material abrasivo sobre su superficie curvada. Consta también de tres o cuatro porta-especímenes para permitir ensayar simultáneamente varias muestras. Cada brazo consta de una serie de mordazas para regular la tensión y de un dispositivo de control de presión. La tensión de la muestra se ajustará empleando un peso calibrado deslizable a lo largo de una barra unida a la mordaza delantera.



En cuanto a las muestras, se cortarán longitudinalmente en forma paralela a los hilos de urdimbre, para la resistencia a la abrasión por urdimbre, y paralela a la trama para la determinación de la abrasión por trama.

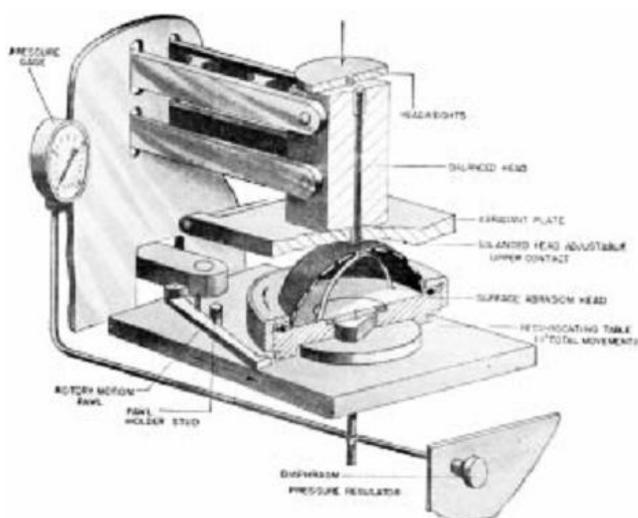
La valoración de la abrasión se puede efectuar de dos formas distintas:

- Pérdida porcentual de la resistencia del tejido abradido en relación con el tejido sin abradir, y
- Resistencia a la tracción residual, de la muestra abradida.

En ambos casos, las muestras se suelen someter a 250 ciclos.

El número de ensayos que se recomiendan son de 16 por cada muestra para obtener una media a un límite de confianza del 5% y grado de probabilidad del 95%.

## Método del diafragma hinchado



La norma relacionada es la *ASTM D-3886 Standard Test Method for Abrasion Resistance of Textile Fabrics (Inflate Diaphragm Method)*

Este método se emplea para determinar la resistencia a la abrasión de los tejidos, colocando la muestra sobre un diafragma de goma hinchado por la acción de aire o presión controlada, y haciéndole frotar, en una, o en varias direcciones, contra una superficie abrasiva de características determinadas.

La muestra se monta en una mordaza circular encima del diafragma hinchado mediante una mordaza en forma de aro y un collar de sujeción.

El abrasivo se monta sobre una placa soportada rígidamente por un paralelogramo de doble palanca de forma tal que produzca un movimiento libre en dirección perpendicular al plano de la mordaza circular que sujeta a la muestra,

que puede estar animada de un movimiento de rotación para que la muestra pueda ser abradida en varias direcciones, de ser necesario.

El paro de la máquina se efectúa a mano o bien automáticamente cuando debido al desgaste de la muestra se pongan en contacto dos terminales eléctricos situados uno de ellos en el plato abrasivo y otro en el centro del diafragma, que actúa sobre un relé que produce el paro de la máquina instantáneamente.

La valoración de la resistencia a la abrasión se puede efectuar de dos formas distintas:

- a) Contando el número de ciclos necesarios para que la muestra quede abradida de tal forma que la máquina se pare automáticamente debido al relé eléctrico o,
- b) Abradir la muestra a ensayar un número determinado de ciclos y a continuación valorar visualmente el efecto de la abrasión sobre el brillo, color o estructura del tejido.

## Método de la flexión y la abrasión

La norma relacionada es la *ASTM D-3885 Standard Test Method for Abrasion Resistance of Textile Fabrics (Flexing and Abrasion Method)*

Este método tiene por objeto determinar la resistencia de los tejidos a la abrasión y a la flexión empleando un aparato adecuado a este fin.

Para ello, la muestra se somete a una recíproca y única dirección de doblado y frotamiento sobre una barra de características conocidas de presión y tensión.

Los valores de presión y tensión dependen del objeto del ensayo y de la naturaleza de la muestra. Sin embargo, cuando se deseen comparar resultados es indispensable que se trabaje siempre en las mismas condiciones.

El aparato empleado consta de dos platos planos, paralelos y de superficie pulida, uno de los cuales está sometido a un movimiento recíproco de doble recorrido. El otro plato está soportado rígidamente por un conjunto de palancas dobles para comunicarle un movimiento libre en dirección perpendicular al del plano del otro plato. Estos platos van equipados con mordazas que permiten que la muestra, después de ser doblada alrededor de una barra, pueda ser alineada con su dimensión mayor paralela al eje del movimiento recíproco y equidistante de los extremos de los platos. Las mordazas tendrán superficies rugosas adecuadas para evitar el deslizamiento de las muestras durante el ensayo.



El aparato va provisto de una barra que se calibrará por comparación con la intensidad de abrasión producida por una cuchilla estándar.

La muestra doblada se somete a tensión aplicando la barra por medio de un resorte o tensor, cuya fuerza actúa paralelamente a la superficie de los dos platos y perpendicularmente al doblado de la muestra, de forma tal que la tensión se distribuya uniformemente a lo largo de ella.

La valoración de la resistencia a la abrasión se puede, en este método, efectuar de tres formas distintas:

- a) Determinando el número de ciclos necesarios para que el desgaste producido por la abrasión produzca rotura de la muestra.
- b) Abradir la muestra a ensayar un número determinado de ciclos y luego valorar visualmente el efecto de la abrasión sobre el brillo, color, vello, pilling, grosor, etc.

- c) Abradir la muestra a ensayar un número determinado de veces y luego determinar su resistencia a la tracción poniendo cuidado en que la parte abradida de la muestra, quede entre las mordazas del dinamómetro de tejidos. Comparar luego esta resistencia con la que presente la misma muestra sin abradir, expresándola en % de pérdida de resistencia de la abradida respecto a la original.

### Metodo de la plataforma rotatoria de doble cabeza

La norma relacionada es la *ASTM D-3884 Standard Test Method for Abrasion Resistance of Textile Fabrics (Rotary Platform, Double-Head Method)*

Este método tiene por objeto determinar la resistencia a la abrasión o durabilidad del tejido sometiendo la muestra a una acción de rozamiento giratorio, bajo condiciones controladas de presión y acción abrasiva.

El aparato consta de una caja o cárter de diseño robusto, un portamuestras circular, plano y móvil, y un par de brazos articulados en un mismo eje sobre los que están montadas unas ruedas abrasivas encima de la muestra.

La valoración de la abrasión de los tejidos se puede hacer de varias formas:

- Pérdida porcentual de la resistencia a la tracción de la muestra abradida en comparación con la del tejido original.
- Resistencia a la tracción residual, y
- Número de revoluciones requeridas para obtener un estado determinado de destrucción del tejido.



### Método de la abrasión uniforme

La norma relacionada es la *ASTM D-4158 Standard Test Method for Abrasion Resistance of Textile Fabrics (Uniform Abrasion Method)*



Este método tiene por objeto determinar la resistencia a la abrasión de una gran gama de tejidos.

El aparato consiste en dos superficies planas (una, la del abrasivo, y la otra, la superficie del porta-especímenes), las cuales giran en el mismo sentido a casi la misma velocidad angular sobre dos ejes paralelos no coaxiales. La superficie del abrasivo es bastante mayor que la de la muestra, lo que permite en todo momento que la totalidad de la muestra esté en contacto con alguna parte del abrasivo.

La pequeña diferencia en las velocidades angulares de las dos superficies planas hace que cada parte de la muestra venga en contacto con una porción diferente de abrasivo a cada vuelta.

La valoración del grado de abrasión puede hacerse de varias formas:

- Número de ciclos necesarios para conseguir la destrucción total del tejido.

- b) Número de ciclos necesarios para conseguir un grado de destrucción o desgaste del tejido ensayado, y
- c) El cambio en una propiedad específica del tejido, tales como grosor, peso, capacidad eléctrica, absorción de emisiones beta de una superficie radioactiva, etc.

Otra norma para la determinación de la resistencia a la abrasión de tejidos es la *AATCC 93 Abrasion Resistance of Fabrics: Accelerator Method*

## EL PILLING

El pilling se manifiesta sobre la superficie de los tejidos en forma de unas bolitas de dimensiones variables, producidas como consecuencia del proceso físico-mecánico a que se someten las prendas durante su uso, en especial a un proceso de frote-rozamiento de determinadas zonas del tejido, generalmente del tejido consigo mismo, o bien con otros elementos externos.

Estas bolitas adheridas a la superficie del tejido dan al mismo una apariencia antiestética, y puede decirse que constituyen el primer síntoma de envejecimiento y desgaste de la prenda.



### FORMACIÓN DE PILLING EN TEJIDOS

El aumento considerable del uso de prendas de punto ha movido a numerosos investigadores a determinar las causas que producen el pilling, pues es conocido que en los tejidos de punto se origina una cantidad de bolitas superior que en los tejidos de calada.

También el tipo de fibra influye en la aparición del pilling: algunas fibras, como el rayón son susceptibles a la fibrilación, en cambio, otras – como el spandex – se resisten a ella.

El hilo de algodón también tiende a resistirse a la fibrilación, pero el sistema de hilatura empleado en su elaboración (anillos, rotor, fricción, aire) y la calidad de la misma fibra determinan la resistencia al pilling del tejido acabado.

Por su parte, la mayor tenacidad y rigidez de flexión de las fibras sintéticas producen una persistencia de las bolitas, notablemente más prolongadas que en el caso de las fibras naturales.

La fibrilación (aparición de fibras sobre la superficie del tejido) puede dar lugar a la formación de pilling en las zonas de alta fricción – como las axilas o la entrepierna – de determinadas prendas de vestir.

La evolución de las fibras superficiales en primer lugar y las que luego van migrando de la masa del tejido hasta adquirir las formas y dimensiones definitivas, podrá seguirse en la serie de fotografías que se adjuntan, de la 1 a la 6.



Fotografía 1. Aparición de las primeras fibras superficiales



Fotografía 2. Aumento del número de fibras sueltas



Fotografía 3. Las fibras empiezan a unirse y enredarse



*Fotografía 4. Comienza el apelsonamiento de fibras*      *Fotografía 5. Se rompen algunas fibras que pasan al interior de la bolita, que va adquiriendo forma esférica*      *Fotografía 6. Se ha formado una bolita que es sujeta al tejido mediante fibras más largas que le sirven a modo de anclaje*

En la primera fotografía puede observarse la aparición de las primeras fibrillas superficiales, en la segunda aumenta la aparición de estas fibras, unas se producen al romperse por abrasión en contacto con otras partes del tejido o en contacto con objetos ajenos a él, y otras aparecen como consecuencia de la migración que se produce de la masa de fibras de los hilos componentes hacia el exterior.

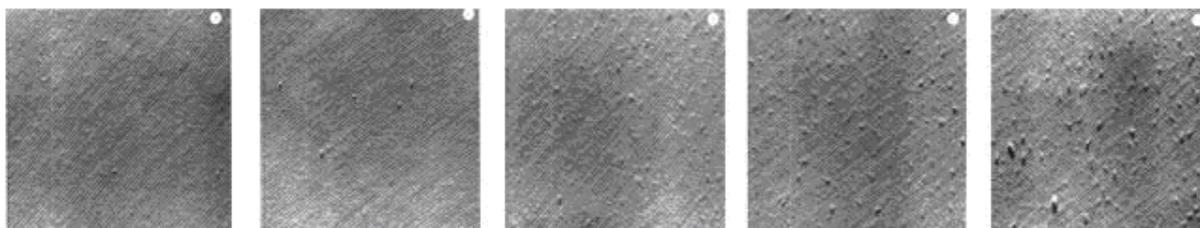
En la tercera fotografía, las fibras empiezan a entrelazarse enredándose entre sí, en la cuarta figura se inicia el apelsonamiento de fibras que va en aumento progresivamente hasta alcanzar un tamaño determinado a partir de la cual se estabilizan, como se aprecia en las fotografías 5 y 6. El máximo alcanzado depende de la rigidez de las fibras, de la resistencia a la flexión repetida y a la tenacidad de las mismas, también de una altura mínima de fibra sobre la superficie que le permita establecer contacto con las bolitas más próximas.

La permanencia de la bolita formada sobre el tejido depende a su vez de la tenacidad de la fibra y de la resistencia a la flexión repetida, cuanto mayores sean éstas, más difícilmente se romperán e irán a parar dentro o alrededor de la bolita formada, y al mismo tiempo, más tiempo la mantendrán anclada a la base del tejido.

**MEDICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

El pilling y otros cambios en la apariencia de la superficie, tal como pelusas, que ocurren en la vestimenta normal son emulados en las máquinas de laboratorio.

Los especímenes son evaluados comparando con estándares visuales, los cuales pueden ser telas actuales o fotografías patrones, mostrando el grado de resistencia al pilling. Esta resistencia es reportada en una escala arbitraria entre los rangos de 5 (Sin Pilling) a 1 (Pilling muy severo).



**5**                      **4**                      **3**                      **2**                      **1**  
*No hay pilling*              *Pilling ligero*              *Pilling moderado*              *Pilling severo*              *Pilling muy severo*

## FACTORES QUE INCIDEN EN EL GRADO DE PILLING

El pilling de telas textiles es una propiedad muy compleja porque es afectada por muchos factores, los cuales pueden incluir:

- Tipos de fibra y sus mezclas,
- dimensiones de fibra (longitud y finura),
- construcción del hilo y del tejido ,
- tratamientos de acabado del tejido.

Como la formación de las bolitas se debe a la migración fibrilar en los hilos del tejido, se deduce que la reducción o prevención del pilling puede efectuarse reduciendo esta tendencia migratoria de las fibras. Los métodos empleados incluyen:

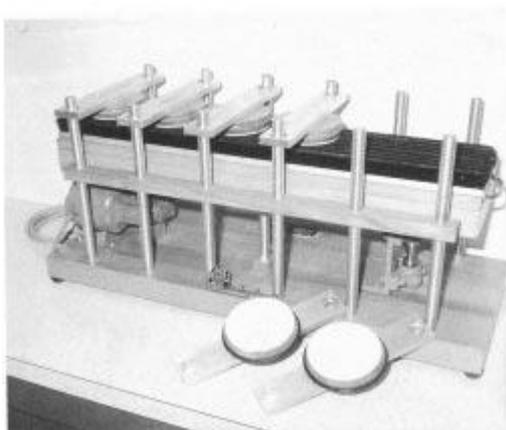
- Uso de elevados coeficientes de torsión en el hilo,
- corte de las fibras que sobresalen de la superficie del tejido (tundido arrasado),
- gaseado (chamuscado), o
- tratamientos enzimáticos (bio pulido, antipilling o *bio-polishing*).



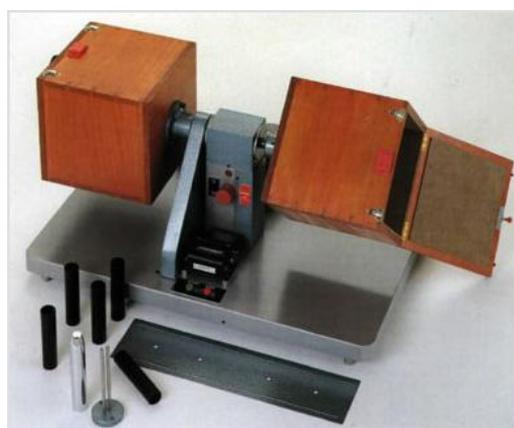
ASTM D 3512



ASTM D 4970



ASTM D 3511



ISO 10971

## NORMAS TÉCNICAS RELACIONADAS

*ASTM D-3511 Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabrics: Brush Pilling Tester*

*ASTM D-3512 Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabrics: Random Tumble Pilling Tester*

*ASTM D-3514 Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabrics: Elastomeric Pad*

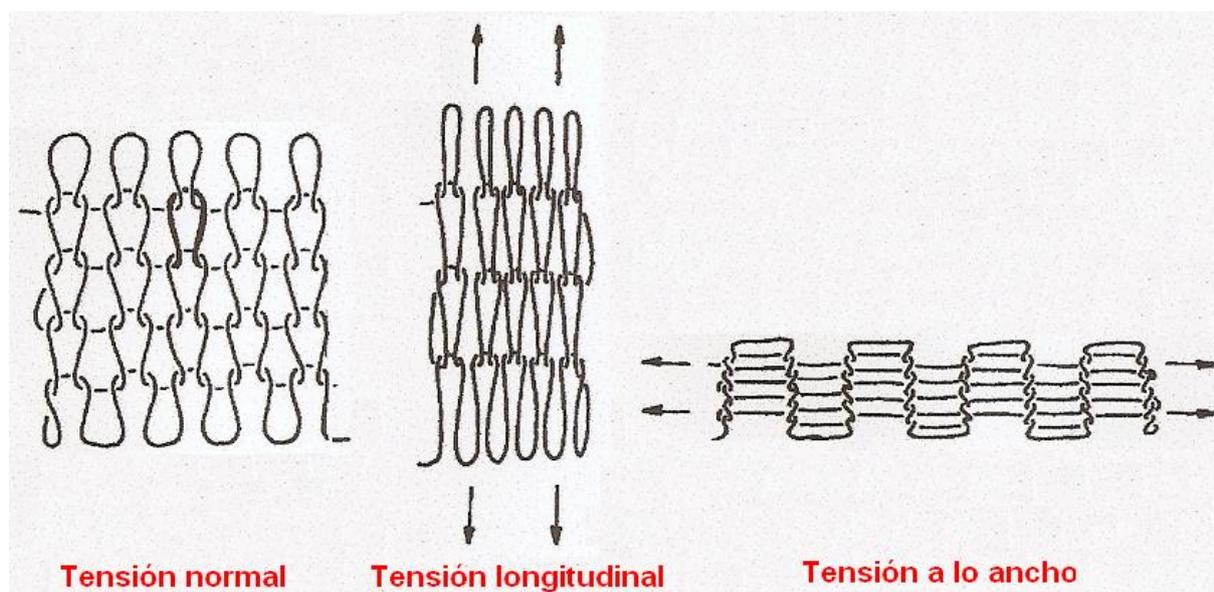
*ASTM D-4970 Test Method for Pilling Resistance and Other Related Surface Changes of Textile Fabrics: Martindale Tester*

*ISO 10971 Method for Determination of Pilling Resistance of Fabrics*

## CAMBIO DIMENSIONAL DE TEJIDOS

El cambio dimensional (CD) es la variación que sufre el tejido en sus dimensiones (ancho y largo) luego de un proceso de tensión o relajación, como resultado de las fuerzas adicionales durante la secuencia total del proceso de producción. Si el valor del cambio dimensional es negativo, se dice que la tela ha sufrido **encogimiento**; por el contrario, si es positivo, ha ocurrido un **alargamiento**.

El cambio dimensional que ocurre durante un tratamiento de relajación depende primeramente de la medida de las fuerzas aplicadas previamente y segundo, de la eficiencia del proceso de relajación.



Es importante recordar que en todo proceso de fabricación; cualquiera que sea éste, se debe desarrollar un alto grado de control de calidad, y la industria de la confección no es la excepción. Esta problemática se refleja en los talleres de máquinas (líneas de confección), sin importar si el conflicto es de patrones, graduación, corte o simplemente la mala información que se maneja entre las palabras o escritos que no dicen lo importante o concreto.

La falta de control de calidad afecta a la prenda terminada, ya que se debe respetar las especificaciones en cuanto a dimensiones que marca el cliente o la prenda misma.

Hablando de control de calidad, es necesario saber manejar los porcentajes de encogimiento en telas de algodón no procesadas, por ejemplo denim, y que por naturaleza se sabe que van a encoger mínimamente; las elongaciones en las telas de punto, que también se sabe que tienen estiramiento y,

por tanto, cuidar tanto el largo como el ancho, ya que los porcentajes en algunas ocasiones no son los mismos en los dos sentidos de la tela.

En la industria de la confección ocurre algunas veces que, por desconocer que la entretela encoge o sufre deformación, se culpa a los patrones de no estar correctos. Estas pruebas se pueden hacer en la misma empresa sin ninguna dificultad.

Se debe de tener muy presente que es un error muy grande repetir el mismo modelo en varios materiales o composiciones de tela, sin hacer las pruebas pertinentes, o sin cortar la muestra, ya que aquí es donde nos damos cuenta del comportamiento de los materiales o cambios que pueden sufrir en su proceso.

Por eso la importancia de la evaluación de encogimiento para asignar los moldes pertinentes, pues a pesar de evaluar un solo tipo de artículo hay variación de encogimiento entre partidas.

## FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE LOS TEJIDOS

La estabilidad dimensional de los géneros de punto elaborados con fibras naturales depende mucho de las características de las mismas aún dentro de su misma clase, es decir, por ejemplo, un determinado tipo de algodón puede conferir en una mayor estabilidad dimensional, a un determinado tejido de punto, que otro tipo de algodón.

El **coeficiente de rozamiento de la fibra** influye en el sentido de que si ésta es, por ejemplo, más rugosa o áspera le será difícil volver a su posición inicial. Después de una deformación del género, su elevada resistencia al deslizamiento – debido al alto coeficiente de fricción – mantendrá la fibra en la nueva posición alcanzada en el hilo y la recuperación ofrecerá mayores dificultades; igualmente el hilo asimilará superficialmente las propiedades que la resistencia al rozamiento de las fibras le confiere y también su deslizamiento en el tejido se verá frenado cuando el género quede libre de las fuerzas que lo deformaron e hicieron modificar la posición de dicho hilado.

La **finura de la fibra** tiene su importancia, para un hilo de unas determinadas características de densidad lineal y torsión, si está compuesto de fibras gruesas, éstas por dicha torsión están sometidas a fuertes tensiones ( por su grosor ya se opone a los esfuerzos que sufre el tejido ) que se añaden con las aplicadas al tejido durante un proceso, con lo cual cuando el tejido quede libre de éstas, aquellas – ahora más elevadas tensiones internas – permiten vencer las resistencias de frotamiento y devolver al género su forma original.

En cambio, si las fibras son finas, la misma torsión del hilo del caso anterior no les proporciona tensiones sensibles y, por lo tanto, la suma de las nuevas tensiones originadas por la deformación del género, a las ya pequeñas existentes en las fibras, no totalizan tensiones suficientemente importantes capaces de soportar el frotamiento entre las fibras y volver éstas a su estado inicial cuando el género deja de ser forzado, favoreciendo así la deformabilidad permanente del mismo.

La **elasticidad de las fibras** favorece la estabilidad dimensional del género, puesto que facilita el retorno a su estado original cuando el tejido deformado, queda libre de fuerzas que impiden que dicha elasticidad de las fibras se manifieste, actuando en el sentido de retornar el género a sus dimensiones primitivas.

Influye en la estabilidad dimensional de los géneros de punto la **torsión del hilo**, cuanto mayor sea esta torsión, con mayor facilidad el género vuelve al estado primitivo después de los tratamientos o procesos por cuales haya pasado el género, una mayor torsión del hilo impide el deslizamiento de fibras bajo tensiones, con lo que el género ofrece más resistencia a la deformabilidad y al mismo tiempo siendo el hilo más elástico, se favorece la vuelta de su estado inicial junto con el género después de la deformación de éste.

## CONSIDERACIONES SOBRE EL ENCOGIMIENTO

### ➤ Referidas a la fibra de algodón

El algodón es una fibra con estructura celulósica y comportamiento complejo e interesante. Para los propósitos de una discusión sobre el encogimiento, vamos a simplificar la problemática del siguiente modo:

La fibra está compuesta de cadenas largas de celulosa unidas entre ellas mediante enlaces de hidrógeno. Las cadenas no son necesariamente paralelas al eje de la fibra pues se desarrollan en espiral alrededor de éste pero manteniendo direcciones cambiantes, en uno y otro sentido alternadamente. El aspecto final de la fibra de algodón no es perfectamente recto y cilíndrico sino retorcido, de acuerdo a la espiralidad o entorchamiento que presentan las cadenas estructurales básicas de la celulosa que la conforman.

Cuando a la fibra de algodón se le aplica una fuerza, las fibrillas en forma de espiral son asimismo expuestas al esfuerzo longitudinal y de torsión al que se somete a la estructura celulósica. Esto causa deformación en la estructura, la cual no se llega a recuperar por completo después de que el esfuerzo ha dejado de aplicarse. Esto es porque algunos de los enlaces de hidrógeno que mantenían la estructura unida, llegan a romperse y forman nuevos enlaces de hidrogeno en posiciones nuevas de modo que relajan las tensiones internas y permiten adaptarse a la deformación ocasionada por la tensión aplicada sobre la fibra.

Si la deformación se mantiene, por ejemplo cuando se torsionan fibras de algodón durante la fabricación del hilo, entonces se formarán muchos enlaces de hidrogeno nuevos y la tensión interna se reducirá gradualmente, de modo que cuando deje de aplicarse el esfuerzo de deformación, no existirá suficiente tensión interna que recuperará la forma inicial y la deformación sufrida quedará fijada en las fibras.

Si la fibra está húmeda cuando está deformándose, entonces la deformación será mayor. La reducción de la tensión interna será más rápida, y la nueva forma se mantendrá de modo más permanente, sobre todo si la fibra se seca manteniéndola en el estado deformado.

Esto sucede porque la humectación de la fibra causa su hinchamiento, es decir el agua penetra entre las cadenas celulósicas causando rompimientos dentro de la red de enlaces de hidrógeno y permitiendo que la estructura se mueva más fácilmente. Cuando se extrae el agua durante el secado se forman nuevos puentes de hidrógeno en posiciones que minimizan las tensiones interiores y esto tiende a estabilizar la nueva forma.

Cuando se moja y seca las fibras mientras se las mantiene deformadas, sucede que gradualmente se relajan las tensiones internas residuales permitiendo que la nueva forma quede permanente. Estos tratamientos secuenciales de hinchamiento por humectación y secado del algodón buscan efectos de estabilización análogos a los tratamientos a temperatura a que se someten las fibras sintéticas, aunque son menos eficaces en estabilizar una estructura deformada.

Algunos tratamientos de hinchamiento son más eficaces que otros. El agua caliente es más eficaz promoviendo el decaimiento de la tensión interna que el agua fría, las soluciones de soda cáustica (mercerizado) son las más poderosas de todas. Una deformación que ha sido fijada por un tratamiento poderoso no puede quitarse por uno menos fuerte.

También se puede introducir deformaciones en una estructura reemplazando una parte de la red de puentes de hidrógeno por enlaces covalentes del tipo que dan las resinas (reticulación). Estos enlaces no pueden romperse por el hinchamiento por humectación, de modo que el acabado con resinas constituye un proceso muy poderoso para estabilizar un tejido.

Cuando el algodón está hinchado en el agua, su sección aumenta en 20 a 40%, en cambio su longitud varía muy poco. Así, el encogimiento de la fibra no juega papel importante en el encogimiento de tejidos. Es la variación en la sección de la fibra lo que marca efecto definido en los cambios dimensionales de los tejidos.

➤ **Consideraciones referidas al tejido**

Los mismos esfuerzos que influyen las fibras e hilos también son importantes para los tejidos. La principal diferencia de los tejidos es que ellos son muy susceptibles a las deformaciones prolongadas, lo cual provoca cambios drásticos con la forma de las mallas. Son éstas deformaciones de tejido temporales la causa principal del encogimiento.

La humectación de un tejido causa el hinchamiento de las fibras e hilos; el hilo intenta destorcerse y encogerse. El incremento del diámetro del hilo sólo puede acomodarse aumentando la curvatura de las mallas fuera del plano del tejido. Los hilos se aprietan más entre ellos, las mallas se tuercen, el tejido se vuelve más grueso. Y la estructura se fija en forma y tamaño más o menos reproducible, dependiendo de la construcción de tejido.

Normalmente el tejido se encoge en ambas direcciones.

En general las estructuras de tejido sueltas tienden a encogerse más que aquellas estructuras apretadas cuando son agitadas húmedas sin tensión, debido a que los hilos tienen más espacio para hincharse y doblarse.

En las estructuras húmedas las fuerzas se transmiten eficazmente a través de las fibras, de modo que en los procesos húmedos desarrollados aplicando tensión al tejido, las fibras son sometidas a fatiga, la cual puede quedar fijada en las fibras, particularmente si el tejido es secado a continuación bajo condiciones similares de tensión.

Las soluciones de mercerizado no sólo dan un grado más alto de hinchamiento de fibra sino también reducen el módulo de tensión de las fibras y para un esfuerzo determinado producirá una tensión interna mayor. Mientras más ajustada la construcción de tejido se bloqueará más las posibilidades de hinchamiento y menor será la deformación de tejido obtenible para un nivel dado de tensión, debido a que las tensiones son transferidas más eficazmente a través de las fibras.

Es importante comprender que las dimensiones obtenidas por un tejido que está totalmente hinchado, bien agitado y sin tensión, son prácticamente independientes tanto de las dimensiones secas iniciales como de las dimensiones de referencia finales una vez acabado y secado. Las dimensiones húmedas sólo se gobiernan por el hilo, la construcción de tejido y el grado de hinchamiento de la fibra. Las fibras que se han mercerizado se hincharán más que aquellas no mercerizadas, las fibras resinadas se hincharán menos.

Dicho de otro modo, para cada tejido/proceso existe un estado de referencia húmeda muy predecible e interesante de estudiar desde el punto de vista teórico. Sin embargo, para propósitos prácticos este estado no permite hacer predicciones respecto al encogimiento o sobre las dimensiones secas finales debido a los importantes cambios de dimensiones que ocurren durante el secado, lo cual complica el problema.

Durante el secado, las fibras retornan a su dimensión original y las fuerzas por hinchamiento desaparecen. La malla retorna a una forma que depende del equilibrio que existe en los hilos durante el proceso de secado.

Si el tejido es depositado sobre una superficie plana para secarse, de modo que ninguna fuerza externa influya, entonces se fomentará un balance entre las fuerzas interiores que buscan restaurar las formas originales por un lado y los refrenamientos debidos a los están intentando retornar a la malla a su forma de referencia natural, en que las tensiones interiores se encontraban en un mínimo.

En un tejido ajustado correctamente, estas fuerzas interiores restauradoras serán muy pequeñas y será muy difícil para ellas lograr un cambio en la forma de la malla contra los coeficientes de fricción existentes entre las fibras y entre los hilos. De este modo habrá poca variación de las dimensiones del tejido en estado húmedo y el secado sobre una superficie plana libre de tensiones. Habrá normalmente un poco de encogimiento en longitud y ancho pero suele presentarse crecimiento al ancho.

Si el secado se acompaña por la agitación sin aplicación de tensión, como en una secadora de tambor, entonces se contará con energía adicional para superar las fuerzas de fricción entre fibras y entre hilos lo que permitirá obtener mayor cambios en las dimensiones durante el secado.

En estos casos los cambios de longitud y ancho son gobernados por la diferencia entre la referencia húmeda y la energía mínima que mantiene la forma de la malla. Para algunas combinaciones de tejido/proceso, (por ejemplo, jersey acabado con resina) esta diferencia puede ser bastante pequeña pero en otro (por ejemplo, jersey tubular mercerizado) puede ser muy grande.

Normalmente después del acabado por *tambleado* la longitud se acorta y el ancho crece.

Si el secado se lleva a cabo bajo tensión, entonces las fuerzas interiores restauradoras serán completamente superadas y las dimensiones después del secado dependerán del nivel de tensión que se aplicó y si se utilizó un dispositivo extensor. Si no hay ningún marco, entonces el efecto de una tensión dada será mayor con un tejido suelto que se extenderá considerablemente que en un tejido apretado que se opondrá bastante a la extensión.

En el secado con tensión, la forma de la malla se extenderá parcialmente. Sin embargo, en cuanto la tensión cese, las fuerzas interiores restauradoras actuarán y tendrán a relajar el tejido gradualmente, cambiando la forma de la malla hacia su forma de referencia.

La cantidad de esta relajación dependerá de qué lejos la forma de la malla se encuentre de la forma de referencia (a mayores fuerzas interiores restauradoras) y de la construcción del tejido (a tejido más ajustado mayores las fuerzas de fricción).

Las fuerzas de fricción pueden reducirse agregando suavizantes (lubricantes) al lavado o enjuagado, lo que puede acentuar ligeramente la diferencia entre las dimensiones húmedas y secas. Para la fibra de algodón las fuerzas de fricción son también afectadas por el contenido de humedad. El coeficiente de fricción de las fibras de algodón se encuentra en su nivel más bajo cuando las fibras están totalmente secas (menos de aproximadamente 3% de agua).

La reducción del hinchamiento de la fibra empieza cuando el contenido de humedad se encuentra debajo del 40% y entonces empieza a aparecer disponibilidad de espacio para acomodar el encogimiento.

Las fuerzas que frenan el retorno de las fibras e hilos a su posición de relajación son fuerzas de fricción. Son mayores cuando las fibras están húmedas y disminuyen cuando las fibras se encuentran secas.

Para niveles bajos de agitación durante el secado, las dimensiones de los tejidos secos se acercan al estado denominado húmedo relajado, para niveles altos de agitación durante el secado, la forma de la malla se aproxima a la forma de la malla totalmente relajada.

Visto lo anterior, podemos concluir que existen diferentes maneras para reducir el encogimiento potencial de un tejido.

- **Relajación**

Se eliminan las fuerzas de tensión que actúan sobre la tela, mediante el empleo de humedad, calor y movimiento contante. En la industria, esto se observa cuando se cortan los tejidos en paños (piezas de 3 m de longitud) y se les realiza un lavado ligero y luego se secan con agitación mecánica (tambleado), estos artículos obtienen encogimientos residuales muy bajos.

- **Fijación térmica**

O termofijado, es un tratamiento a temperaturas elevadas que proporciona a las fibras termoplásticas – poliéster, licra – estabilidad dimensional. Emplea el principio de que los efectos obtenidos por una operación fuerte (alta temperatura) no pueden revertirse por procesos más débiles (lavado y secado doméstico). Se realiza en la rama, usualmente como preparación al teñido.

### ▪ Encogimiento compresivo

Mediante tratamientos de acabado mecánicos en húmedo el tejido pierde dimensiones pero gana resistencia. El sanforizado, el compactado, el batanado y el decatizado son ejemplos de este método.

### ▪ Aplicación de resinas reticulantes

Al impregnar el tejido con estas sustancias, evitamos que el agua se combine con los grupos – OH; y que no penetre en la zona amorfa ya que está ocupada por la resina. Se crea una red – de ahí el nombre de *reticulante* – rígida tridimensional dentro de la fibra, fijando la forma y la medida de la misma. Son tratamientos de acabado químicos.

## EL ESTADO DE REFERENCIA (ER)

Viene a ser el estado de un tejido donde la energía potencial es mínima, es decir, el encogimiento es cero.

Para alcanzar esta condición, se realizan 5 ciclos de lavado y de secado, éste último debe realizarse con agitación mecánica (*tumble dry*).

Los parámetros a considerar son:

- densidad de columnas
- densidad de pasadas
- $g/m^2$
- ancho del tejido

Los valores del estado de referencia serán siempre los mismos para un mismo factor de cobertura, considerándose un mismo título de hilo. Comparándose los valores del estado de referencia con las medidas del tejido acabado, se puede prever el cambio dimensional de una tela.

### Cálculo del CD, peso y ancho

Existen dos ecuaciones básicas para el cálculo del cambio dimensional potencial:

$$\text{▪ } \% CD_{\text{ancho}} = \frac{\text{columnas} / cm_{\text{tejido}} - \text{columnas} / cm_{ER}}{\text{columnas} / cm_{ER}} \cdot 100$$

$$\text{▪ } \% CD_{\text{largo}} = \frac{\text{cursas} / cm_{\text{tejido}} - \text{cursas} / cm_{ER}}{\text{cursas} / cm_{ER}} \cdot 100$$

Asimismo, si por una exigencia de calidad el tejido debe alcanzar un CD potencial determinado, se calcula las densidades requeridas de columnas y cursas del siguiente modo:

$$\text{▪ } \text{Columnas} / cm_{\text{requeridas}} = \text{columnas} / cm_{ER} \cdot \frac{100 + \% CD_{\text{ancho requerido}}}{100}$$

$$\text{Cursas} / \text{cm}_{\text{requeridas}} = \text{cursas} / \text{cm}_{\text{ER}} \cdot \frac{100 + \% \text{CD}_{\text{largo requerido}}}{100}$$

Para el cálculo del ancho se emplea:

$$\text{Ancho (cm)} = \frac{N^{\circ} \text{ de columnas}}{\text{columnas} / \text{cm}_{\text{requeridas}}} \quad \text{para tejidos abiertos}$$

$$\text{Ancho (cm)} = \frac{N^{\circ} \text{ de columnas}}{\text{columnas} / \text{cm}_{\text{requeridas}}} \cdot 2 \quad \text{para tejidos tubulares}$$

Por último, el peso por área se determina con la fórmula:

$$g / m^2 = \frac{\text{columnas} / \text{cm}_{\text{requeridas}} \cdot \text{cursas} / \text{cm}_{\text{requeridas}} \cdot LM \text{ (cm)} \cdot 59}{Ne}$$

### Ejemplo

Consideremos el siguiente caso: Un género jersey tubular 24/1 Ne, tejido en una máquina diámetro 30" galga 24 con 2268 agujas en total, la longitud de malla es 0,33 cm y un FC de 15; fue teñido, pasado por la hidroextractora y secado, se sacó una muestra y se le realizaron 5 ciclos de lavado y secado. Los parámetros del tejido en estos dos estados se muestran en el cuadro adjunto:

	Tejido acabado	Estado de Referencia
Columnas/cm	12	13,1
Cursas/cm	15	16,8
Ancho (cm)	94,5	86,3
Peso (g/m <sup>2</sup> )	143	177

Se desea que el tejido tenga un encogimiento de 6% x 6%, entonces:

- ¿Cuál será el ancho al que deberá compactarse?
- ¿Cuál será el gramaje obtenido si se cumple esta exigencia?

### Solución

Calculamos el CD potencial del tejido acabado:

- En el ancho

$$CD_{\text{ancho}} = \frac{12 - 13,1}{13,1} \cdot 100 = -8,4\%$$

- En el largo

$$CD_{largo} = \frac{15 - 16,8}{16,8} \cdot 100 = -10,7\%$$

Calculamos las densidades de columnas y cursas requeridas para cumplir con la exigencia de calidad:

$$- \text{Columnas} / cm_{requeridas} = 13,1 \cdot \frac{100 + (-6)}{100} = 13,1 \cdot 0,94 = 12,3$$

$$- \text{Cursas} / cm_{requeridas} = 16,8 \cdot \frac{100 + (-6)}{100} = 16,8 \cdot 0,94 = 15,8$$

El ancho quedaría:

$$\text{Ancho (cm)} = \frac{2268}{12,3 \cdot 2} = 92,2 \approx 92 \pm 1 \text{ cm}$$

Para cumplir con la exigencia se debe compactar el tejido a este ancho, de otra manera sería imposible.

El peso por área quedaría:

$$g / m^2 = \frac{12,3 \cdot 15,8 \cdot 0,33 \cdot 59}{24} = 157,6 \approx 158 \pm 5\%$$

### **Ejercicio:**

Calcule el ancho y el gramaje para un tejido jersey luego del compactado, si se desea obtener un encogimiento potencial de 7% a lo ancho y 5% a lo largo, con las siguientes características: Ne 29,3; LM 0,27 cm; FC 16,6; elaborado en una máquina circular  $\varnothing 30''$ ; E30, con 2832 agujas.

Los datos del tejido acabado y en ER se muestran en el cuadro a continuación:

	<b>Tejido acabado</b>	<b>Estado de Referencia</b>
Columnas/cm	13,4	15,2
Cursas/cm	18,3	21,2
Ancho (cm)	106	93
Peso (g/m <sup>2</sup> )	137	175,2

## ENSAYO PARA DETERMINAR LA ESTABILIDAD DIMENSIONAL

El control de la estabilidad dimensional tiene por objetivo comprobar que las prendas terminadas al ser lavadas por el usuario mantengan una variación de las dimensiones que no afecten las medidas o tallas y la apariencia de la prenda. Esta variación puede manifestarse como estiramientos, encogimientos o revirados (torceduras).

### Materiales

- Lavadora
- Secadora de tambor
- Marcador para tela
- Tijeras
- Molde para marcar
- Regla
- Detergente
- Carga o lastre

### Proceso de ejecución

1. Acondicionar el tejido. La tela es dejada en reposo usando una atmósfera normal de ensayo durante 4 horas
2. Se corta 1 cuadrado de 60 - 61 cm de lado. Se realizan tres pares de marcas, cada par está compuesto de líneas distanciadas en 50 cm. Los tres pares de marcas se realizan a lo ancho y largo de la muestra, siguiendo la dirección de las columnas (o hilos de urdimbre) y cursas (o hilos de trama).
3. Lavar y secar la muestra tres veces de acuerdo a ciertas condiciones, midiendo después de cada ciclo de lavado y secado la distancia entre cada par de líneas, tanto las marcadas a lo ancho y a lo largo de la muestra. Registrar los resultados.
4. Calcular el cambio dimensional del tejido, según la relación

$$\% CD = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

$\% CD$  es el cambio dimensional, en porcentaje

$A$  es el promedio de la dimensión original

$B$  es el promedio de dimensión luego del lavado (y secado)

El cambio dimensional se expresa con signo negativo (–) para encogimiento y con signo positivo (+) para alargamiento.

Las variables de este ensayo a tener en cuenta son:

- Lavado
  - Tipo de lavadora (carga superior, carga frontal)

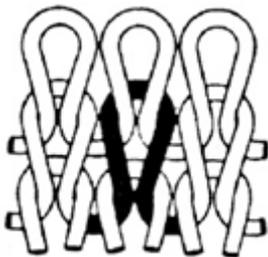
- Ciclo de lavado (Normal, Delicado, Planchado permanente)
  - o Nivel de agua
  - o Velocidad de agitación
  - o Tiempo de lavado
  - o Velocidad de centrifugado
  - o Tiempo de centrifugado
- Temperatura (Agua fría, tibia o caliente)
- Presencia de carga (lastre)
- Secado
  - Tipo
    - o Tumble dry
    - o Line dry
    - o Drip dry
    - o Screen dry
  - Temperatura (alta, baja)
  - Tiempo
  - Tiempo de enfriamiento

Las normas técnicas relacionadas al ensayo de cambio dimensional son:

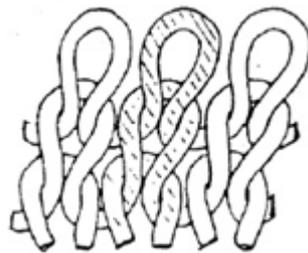
- *NTP 231.138 Determinación de la estabilidad dimensional (Encogimiento o alargamiento)*
- *AATCC 135 Dimensional Changes of Fabrics after Home Laundering*
- *AATCC 150 Dimensional Changes of Garments after Home Laundering*
- *AATCC 187 Dimensional Changes of Fabrics: Accelerated*

## EL REVIRADO

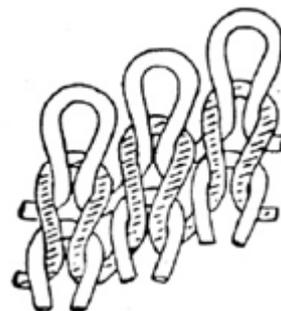
El revirado puede considerarse como una condición del tejido resultante del desplazamiento angular de las columnas y cursas respecto a un ángulo recto ideal. Este desplazamiento puede expresarse en porcentaje o grados sexagesimales.



Columnas y cursas en ángulo recto (no hay revirado)



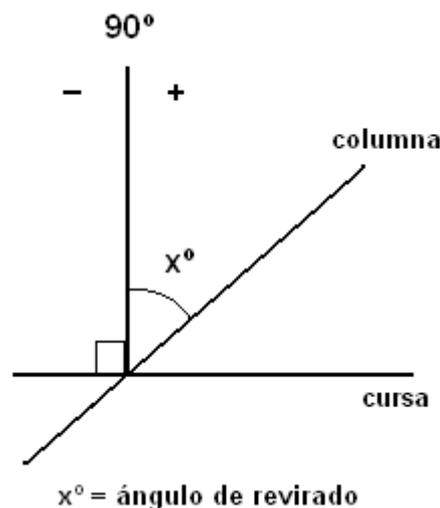
Revirado en las columnas



Revirado en las cursas

Los géneros de punto sufren distorsiones causadas por los bucles de las mallas que tienden a inclinarse, haciendo que las columnas estén de manera diagonal – en vez de forma perpendicular – respecto a las cursas. Este es un problema común en el jersey, tanto en crudo, lavado o acabado; sin embargo, no aparece en géneros interlock y rib, debido a que las fuerzas que actúan sobre las columnas de un lado del tejido (cara) son equilibradas por las fuerzas contrarias de las columnas del lado opuesto (revés).

Algunos de los problemas prácticos derivados del revirado son: el desplazamiento de las costuras, patrones que no coinciden y dificultades en la costura. Estos problemas se corrigen con tratamientos con resinas, calor y vapor, de modo que las columnas sean perpendiculares a las cursas; esta regulación a menudo no es estable y después de repetidos ciclos de lavado, el revirado aparece nuevamente.



Cuando se permite a los géneros de punto que se relajen fuera de la máquina circular, éstos revirarán. Cuando la tela es desenrollada después del tricotado ocurre una relajación de las tensiones internas del hilo y del tejido. Si el tejido es sometido a un proceso húmedo ocurrirá una mayor relajación. Finalmente el secado sin tensión maximizará el revirado.

- Cuando la inclinación va del extremo inferior izquierdo al extremo superior derecho, el revirado es a la derecha (Z)
- Cuando la inclinación va del extremo inferior derecho al extremo superior izquierdo, el revirado es a la izquierda (S)

## FACTORES QUE INFLUYEN EN EL REVIRADO

El revirado se compone de la suma de los siguientes factores:

- El número de alimentadores de la máquina
- Parámetros del hilo
- Sentido de giro de la máquina
- Longitud de malla

### El número de alimentadores de la máquina

En una máquina circular tejiendo género jersey, cada revolución de la máquina originará una cursa en cada alimentador existente. Mientras más alimentadores existan se formarán más cursas a modo de espiral, debido a que todos los hilos ingresan a tejer en forma simultánea. Es por esta razón que la formación del tejido en una circular es una fuente de revirado y su severidad se encuentra directamente relacionada con la cantidad de alimentadores que disponga la máquina. Esto se aprecia mejor en los géneros listados.

### Parámetros del hilo

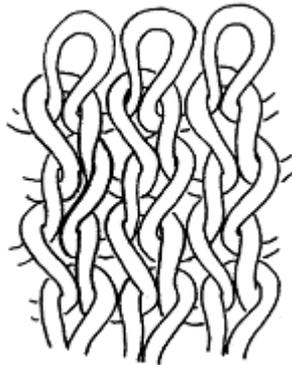
Incluyen:

- El nivel de la torsión (A mayor constante de torsión, mayor porcentaje de revirado)
- El sentido de la torsión (Los hilos con sentido de torsión S generan revirado hacia la izquierda, los hilos con torsión Z generan revirado hacia la derecha)

- El sistema de hilatura (Los hilos open end presentan menor revirado que los hilos de continua de anillos e hilos Air Jet)

Algunas posibles soluciones para reducir la vivacidad de la torsión:

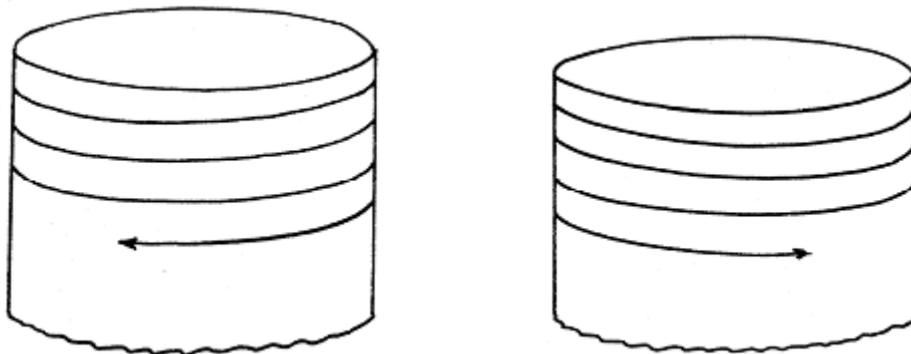
- Acondicionamiento – vaporizado
- Retorcido
- Optimización de la torsión ( $\alpha_e$  en un rango de 3,3 a 3,7)
- Torsiones compensadas. Se ha demostrado en la práctica, que alternando en los alimentadores hilos con torsión S y Z se obtienen los mejores resultados, reduciendo el revirado grandemente, debido a la compensación de ambas tendencias.



*Un género jersey donde se alternan cursas con hilos con torsión Z y S*

### Sentido de giro de la máquina

El sentido de rotación de la máquina influye en el revirado: los géneros elaborados en máquinas con sentido de giro horario tienden a revirar a la derecha, mientras que los géneros con sentido de giro antihorario tienden a revirar hacia la izquierda.



*En máquinas con sentido de giro horario, las cursas que se forman tienden a inclinarse hacia la derecha, respecto a las columnas*

*En máquinas con sentido de giro antihorario, las cursas que se forman tienden a inclinarse hacia la izquierda, respecto a las columnas*

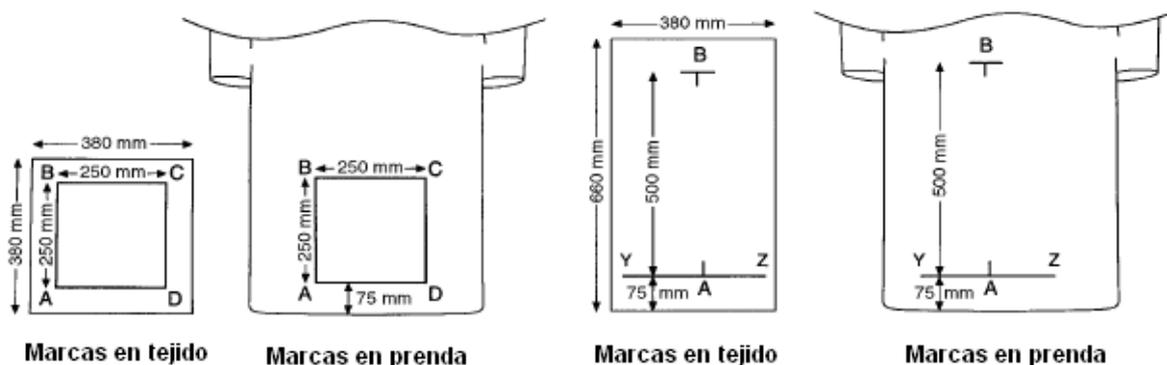
Por lo tanto, los hilos con torsión Z generan menos revirado en máquinas con giro antihorario y los hilos con torsión S reviran menos si se tejen en máquinas con giro horario.

**Longitud de malla**

Un tejido elaborado con una longitud de malla pequeña, desarrollará menor espiralidad comparado con un tejido que tiene una longitud de malla mayor.

**ENSAYO PARA DETERMINAR EL REVIRADO:**

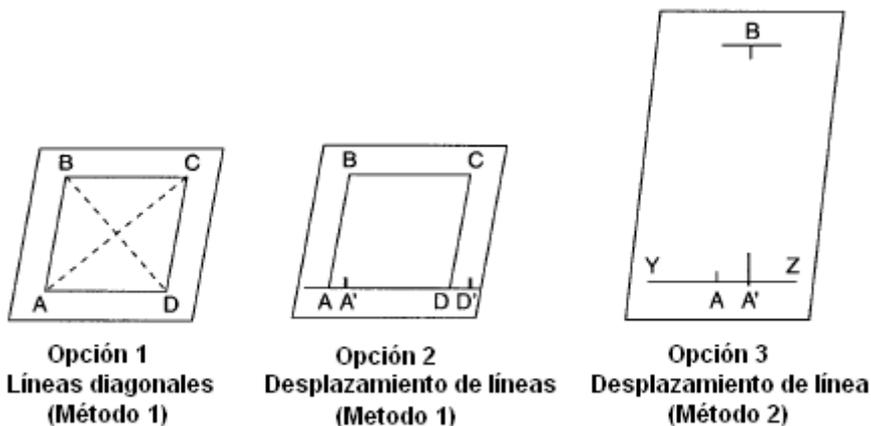
1. Acondicionar el tejido. La tela es dejada en reposo usando una atmósfera normal de ensayo durante 4 horas
2. Se cortan muestras de acuerdo a las siguientes figuras



**Método 1: Marcado de cuadrado**

**Método 2: Marcado de T invertida**

3. Lavar y secar la muestra tres veces de acuerdo a ciertas condiciones, realizando las mediciones después de cada ciclo de lavado y secado según el método empleado para marcar la muestra.



4. Calcular el cambio dimensional del tejido, según la relación

<b>Opción 1</b>	<b>Opción 2</b>	<b>Opción 3</b>
$R = \frac{2 \times (AC - BD)}{(AC + BD)} \cdot 100$	$R = \frac{(AA' + DD')}{(AB + CD)} \cdot 100$	$R = \frac{AA'}{AB} \cdot 100$

Las variables a tener en cuenta son las mismas que para el ensayo de cambio dimensional. Si el valor del revirado es positivo, el cambio es hacia la izquierda; si es negativo, el cambio es hacia la derecha.

La norma técnica relacionada al ensayo de revirado es la *AATCC 179 Skewness Change in Fabric and Garment Twist Resulting from Automatic Home Laundering*

**EXPRESIÓN DE RESULTADOS**

Se muestran dos ejemplos:

**ARTICULO:** Jersey 30/1

**COLOR** : Black

CAMBIO DIMENSIONAL (%)			
N° lavadas	A	L	R
1ra	-1,2	-2,0	0,7
2da	-1,4	-2,8	0,7
3ra	-1,4	-3,4	1,2

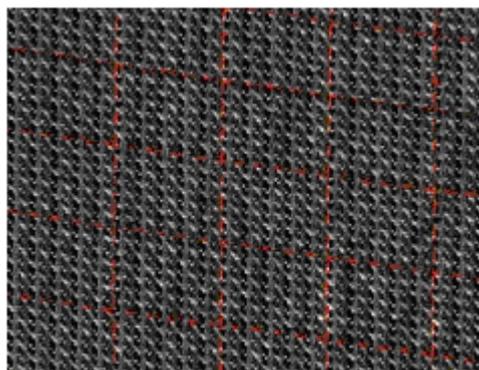
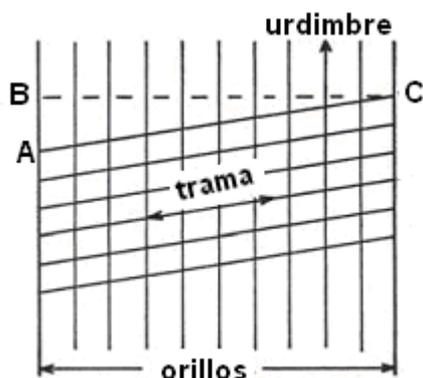
**ARTICULO:** Jersey 20/1

**COLOR** : Rustic Red

CAMBIO DIMENSIONAL (%)			
N° lavadas	A	L	R
1ra	-2,0	-3,0	1,8
2da	-2,0	-3,0	2,3
3ra	-2,2	-3,0	2,3

**Cálculo del revirado en tejidos de calada**

En algunos tejidos de calada, sobre todo de ligamento sarga, se observa la inclinación de la trama respecto a la urdimbre. Ello se debe a las desiguales tensiones laterales y longitudinales que experimentan ambas series de hilos.



Usualmente el revirado se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{AB}{BC} \cdot 100$$

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Bellini, Pietro; Bonetti, F; Franzetti, E; Rosace, G; Vago, S. *La nobilitazione*. Fondazione ACIMIT. 2002.
- ❖ Booth, J. E. *Principles of textile testing*. Heywood Books; 1968.
- ❖ Horrocks, A; Anand, S. *Handbook of technical textiles*. Woodhead Publishing Limited. 2000
- ❖ Technische Chemie S. A. C. *Acabados textiles*. 2005.

## FUENTES ELECTRÓNICAS

- ❖ Corino Macchine S.p.A. [en línea]. Descarga de imágenes. <<http://www.corinomacchine.com>>
- ❖ Diccionario de la Real Academia Española [en línea]. Consultas varias. <<http://www.rae.es/rae.html>>
- ❖ Sanforized Sanfor [en línea] <[http://www.sanforized.biz/e\\_home.htm](http://www.sanforized.biz/e_home.htm)> [consulta: 31 de agosto de 2012]
- ❖ Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea]. Consultas varias. <<http://es.wikipedia.org>>